

Kylt displayställ

Carl Swedenborg

AVDELNINGEN FÖR PRODUKTUTVECKLING, INSTITUTIONEN FÖR
DESIGNVETENSKAPER, LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA, LUNDS UNIVERSITET
2018

EXAMENSARBETE



Smurfit Kappa



Kylt displayställ

Carl Swedenborg



LUNDS
UNIVERSITET

Kylt displayställ

Copyright © 2018 Carl Swedenborg

Publicerad av

Institutionen för designvetenskaper
Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet
Box 118, 221 00 Lund

Ämne: produktutveckling (MMKM05),

Avdelning: Produktutveckling

Huvudhandledare: Katarina Elner-Haglund

Bitr. handledare: Ingvar persson, Tobias Möller, Lube Belokozovski

Examinator: Axel Nordin

Abstract

In a time of harder competition than ever, it is important to find ways to stand out. In an earlier project in cooperation with leading cardboard and packaging manufacturer Smurfit Kappa AB a display for joint display of chilled and dry goods in grocery stores was developed. The system consisted of a module, refrigerated using peltier elements, placed in a free-standing cardboard display.

The purpose of this thesis was to further develop the result from the previous project, and to bring it closer to commercialization.

During the thesis, a lot of development was done on the design of the system, to improve the usability for both customers and employees, as well as to address problems identified during the previous project. In tandem with this, some interesting new technology for refrigeration and insulation were examined: magnetic refrigeration and aerogel.

The final concept was, as opposed to that of the previous project, a freestanding refrigerated module, upon which a cardboard display could be placed. This design solved a lot of the problems that were previously present, for example related to the size of the refrigerated module, the strain on the cardboard display, the overall stability, and the assembly. It turned out to be too early to utilize the new technologies, and more conventional methods had to be used instead.

As the concept is functional, easy to use for everyone involved, and gives many new possibilities for exhibiting wares, it should have a good chance to succeed on the market.

Keywords: refrigerated display, cardboard display, refrigeration, exposure

Sammanfattning

I en tid med hårdare konkurrens än någonsin, är det viktigt att hitta vägar att sticka ut. I ett tidigare projekt i samarbete med ledande kartong- och förpackningstillverkaren Smurfit Kappa AB utvecklades en display för gemensam exponering av kylda och icke kylda varor i livsmedelsbutiker. Systemet bestod av en modul kyld med peltierelement placerad i en golvstående kartongdisplay.

Detta examensarbete hade som syfte att vidareutveckla resultatet från det tidigare projektet, och ta det närmare kommersialisering.

Under arbetet gjordes dels en mängd formmässiga utvecklingar, för att utöka användarvänligheten för både butikspersonal och kunder, samt för att adressera de problem som konstaterats under det tidigare projektet. Parallellt med detta undersöktes även nya tekniker för kylning och isolering som skulle vara intressanta att nyttja: magnetisk kylning respektive aerogel.

Det slutliga konceptet blev, i kontrast till det tidigare projektets, en golvplacerad kylmodul, vilken en kartongdisplay sedan träs över. Denna utformning löste en rad av de problem som tidigare fanns, exempelvis angående storleken på kylan, belastningen på kartongen, systemets stabilitet, och monteringen. Det visade sig vara för tidigt för att nyttja de nya teknikerna, utan mer konventionella metoder fick användas istället.

Då konceptet är funktionellt, enkelt att använda för alla involverade, samt ger en rad nya möjligheter för exponering av butiksvaor, har det en god möjlighet att lyckas ute på marknaden.

Nyckelord: kyld display, kartongdisplay, kylning, exponering

Förord

Min största lärdom under det här arbetet är att saker inte alltid blir som man tänkt sig: inom projekt och inom livet i övrigt. Men bara för att saker inte blir som man tänkt, behöver det inte innebära att saker blir fel.

Jag vill passa på att tacka Ingvar, Tobias, och Lube på Smurfit Kappa för att jag fått möjligheten att arbeta med dem. Jag vill även ge ett stort tack till min fantastiska handledare, Katarina, för hennes smittsamma entusiasm, och för hennes visa råd, både gällande examensarbetet och livet i stort.

Lund, maj 2018

Carl Swedenborg

Innehållsförteckning

1 Inledning	12
1.1 Bakgrund	12
1.2 Presentation av företaget	12
1.3 Det tidigare arbetet	13
1.4 Metodik	14
2 Förberedande arbete	16
2.1 Patentsökning	16
2.1.1 Resultat	16
2.2 Uppställning av behov	17
2.2.1 Behov från det föregående arbetet	18
2.2.2 Behov från Smurfit Kappa	18
2.2.3 Ytterligare behov från kunder	19
2.2.4 Sammanställning av behov	19
2.2.5 Prioritering av behov	19
3 Grundläggande form	21
3.1 Konceptgenerering	21
3.1.1 Extern Sökning	21
3.1.2 Analys	21
3.1.3 Brainstorming	21
3.1.4 Skissmodeller	22
3.2 Konceptval	23
4 Förslutning	25
4.1 Konceptgenerering	25
4.1.1 Extern sökning	25
4.1.2 Analys	25

4.1.3 Brainstorming	25
4.2 Konceptval	26
5 Kylning	27
5.1 Konceptgenerering	27
5.1.1 Kompressorkyla	27
5.1.2 Peltierelement	29
5.1.3 Magnetisk kylning	31
5.2 Konceptval	33
6 Material	35
6.1 Isolering	35
6.1.1 Konceptgenerering	35
6.1.2 Konceptval	37
6.2 Hölje	37
7 Omformulering	38
8 Konceptutveckling	39
8.1 Modell	39
8.1.1 Analys av modell	41
8.2 Nya koncept	41
8.2.1 Vidareutvecklat box-koncept	41
8.2.2 Skåp-koncept	42
8.3 Konceptval	43
9 Andra designmässiga noteringar	45
9.1 Kylning	45
9.1.1 Studie	45
9.1.2 Rekommendation	46
9.2 Övriga behov	46
10 Resultat	47
10.1 Slutliga specifikationer	47
10.2 Vidareutveckling	48
11 Diskussion	49

12 Självreflektion	50
Referenslista	52
Bilaga A Använda söktermer för patentsökning	55
A.1 Allmän sökning	55
A.2 Angående magnetisk kylning	55
Bilaga B Sammanställning av behov	56
B.1 Grundläggande form	56
B.2 Förslutning	57
B.3 Isolering	57
B.4 Kylning	57
B.5 Övriga Behov	58
Bilaga C Extern sökning – Displayer i butik	59
Bilaga D Genererade koncept – Grundläggande form	64
D.1 Formmässiga koncept	64
D.1.1 Skåp	64
D.1.2 Box	65
D.1.3 Display	65
D.1.4 Lutad låda	66
D.1.5 Skopa	66
D.2 Funktionsmässiga koncept	67
D.2.1 Hyllplacerad kylmodul	67
D.2.2 Golvplacerad kylmodul	68
D.2.3 Löst kylelement	69
Bilaga E Genererade koncept – Förslutning	70
E.1 Dörr	70
E.2 Skjutdörr	71
E.3 Öppen display	71
E.4 Lucka	72
E.5 Låda	73
E.6 Garageport	73

Bilaga F Beräkningar angående Peltierelement	74
F.1 Uppskatta värmebelastning	74
F.1.1 Väggar	75
F.1.2 Dörren	75
F.2 Definiera temperaturer	76
F.3 Välja Peltierelement	76
F.4 Välja Kylfläns	79
F.5 Referenslista	80
Bilaga G Modell	81
Bilaga H Tidplan	84
H.1 Antagen tidplan	84
H.1.1 Identifiering av behov	84
H.1.2 Konceptgenerering	85
H.1.3 Konceptval	85
H.1.4 Konstruktion	85
H.1.5 Testning	86
H.1.6 Dokumentation	86
H.2 Faktiskt utfall	87
H.2.1 Inläsning av det tidigare arbetet (5 dagar)	87
H.2.2 Förberedande pappersarbete (6 dagar)	87
H.2.3 Sammanställning av behov (2 dagar)	87
H.2.4 Kommunikation (17 dagar)	87
H.2.5 Extern sökning (19 dagar)	88
H.2.6 Konceptgenerering (5 dagar)	88
H.2.7 Beräkningar (2 dagar)	88
H.2.8 Arbeta med rapport (31 dagar)	88
H.2.9 Konsultation med sakkunnig (2 dagar)	88
H.2.10 Modellerings (11 dagar)	88
H.2.11 Presentationer (4 dagar)	88
H.2.12 Testning (1 dag)	89

H.2.13 Konzeptutveckling (2 dagar)	89
H.3 Kommentarer	89

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I en tid av hård konkurrens är det viktigare än någonsin att hitta sätt att sticka ut på marknaden. Smurfit Kappa arbetar ständigt med att hitta nya vis att urskilja sig på, och att låta sina kunder göra detsamma.

I examensarbetet "Refrigerated Display Unit", skrivet i samarbete med Smurfit Kappa Sverige AB vid LTH 2016, presenterar Josefine Eliasson ett koncept för att presentera kylvaror på ett liknande sätt som torrvaror. Nu vill Smurfit Kappa utveckla idén vidare, och ta nästa steg mot kommersialisering.

Under detta tidigare arbete valdes peltierelement som kylmetod, och det nämndes att utveckling höll på att ske på området. I detta arbete undersöks om något nytt tillkommit på detta område, samt om det finns andra tekniker på frammarsch som skulle kunna förbättra produkten. Parallellt med detta utvecklas även konceptets utformning för att förbättra funktionaliteten.

1.2 Presentation av företaget

Smurfit Kappa är en världsledande tillverkare av pappersbaserade förpackningar med omkring 45,000 anställda i 34 länder och en omsättning på 8,2 miljarder euro 2016. Företaget bildades 2005 efter att Jefferson Smurfit Group och Kappa Packaging beslutat att gå samman. Huvudkontoret finns i Dublin, Irland, och i Sverige har man 1260 anställda på 13 produktionsenheter samt två säljkontor. [1]

Smurfit Kappa arbetar med hela kedjan, från produktion av pappersmassa och papper till design och tillverkning av förpackningarna. Med hundratals anställda designers och ingenjörer tar de fram innovativa och miljömässigt hållbara förpackningar som hjälper sälja deras kunders produkter. produkterna som tillverkas

inkluderar butiksdiskyer, butiksförpackningar, papptuber, presentförpackningar, bag-in-box, vätskebehållare, och mycket annat.



Figur 1.1 Urval av produkter från Smurfit Kappa. [2]

1.3 Det tidigare arbetet

I arbetet "Refrigerated Display Unit" [3] presenterar Josefine Eliasson ett system för gemensam exponering av kylda och icke-kylda varor. Konceptet består av två delar, en kyldel och en kartongdel.

Kartongdelen är en större golvstående display, till utseendet liknande existerande produkter som idag används till chips. Denna har försetts med en förstärkt plattform under den nedersta hyllan, på vilken kyldelen sedermera placeras, samt en förstärkt botten, på vilken hjul fästs. Kartongen har dekorerats med grafik som kombinerar de två varumärken som säljs ur displayen.

Kyldelen är en liten kyld modul formgiven för att innehålla läskburkar, med plats för 18 stycken. Modulen är lutad framåt för att ge bättre insyn, och är försedd med ett lock. Den kyls med hjälp av peltierelement.

Det samlade konceptet kan ses i Figur 1.2.



Figur 1.2 Konceptet från det tidigare arbetet.

1.4 Metodik

Projektet bedrivs i stort som ett produktutvecklingsprojekt, löst baserat på metodiken framtagen av Ulrich och Eppinger [6]. De huvudsakliga steg som planerades var de följande:

- Uppställning av behov.
- Informationssökning.
- Konceptgenerering.
- Konceptval.
- Prototyping och testning.

Processen blir dock sällan så pass linjär som denna lista. Testning ger input som ger upphov till nya koncept, och på det sättet kan man iterera. Hur många iterationer som skulle gås igenom fick vara beroende av hur mycket tid som gått åt i tidigare steg.

Genomförandet av produktutvecklingen utgjordes av ett antal mindre, parallella produktutvecklingsprocesser. Under sammanställningen av behov formulerades ett antal delproblem, samt behov för vart och ett av dem. Respektive delproblemen behandlades separat; för vart och ett genererades koncept, varifrån ett sedan valdes att gå vidare med.

2 Förberedande arbete

2.1 Patentsökning

Tidigt i arbetet genomfördes en patentsökning. Denna hade som syfte dels att ge inspiration och idéer, och dels att se till att inga immateriella rättigheter inkräktades på. För sökningen användes Patent- och Registreringsverkets onlinetjänst Svensk Patentdatabas. Denna tjänst innehåller svenska patent, europeiska patent som validerats i Sverige, offentliga svenska patentansökningar, samt ansökningar av europeiska patent som publicerats under patentlagen. Det antogs att detta väl skulle täcka de juridiskt relevanta patenten, samt ge en stor bredd av patentansökningar att potentiellt dra inspiration från. Databasen innehåller för respektive patentdokument full sökbar text, namn på sökande, status, med mera. [7]

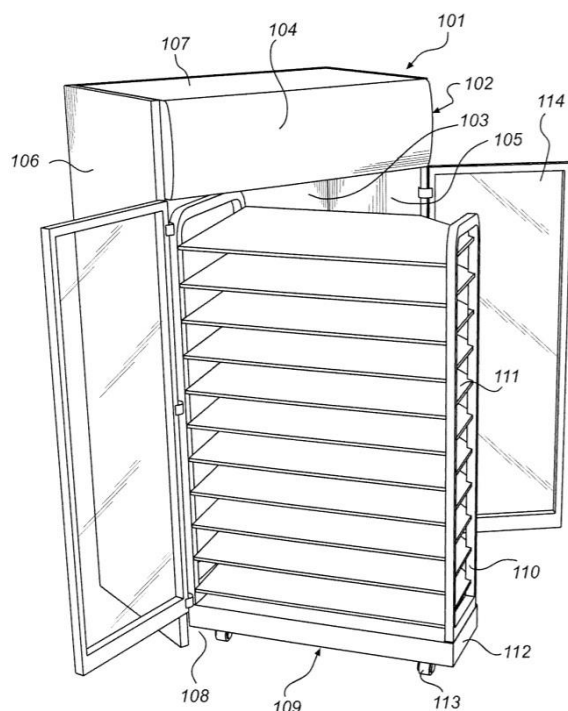
Till en början eftersöktes kylda displayer, butikskylar och mindre kylar i största allmänhet. Senare gjordes även sökningar relaterade till magnetisk kylning, samt till specifika företag. Företagen som här undersöktes var Nordic Cooling Solutions samt Cooltech Applications. Nordic Cooling Solutions är företaget bakom kylmodulen Coolio, som studerades i det tidigare arbetet [2]. Cooltech Applications är ett företag ägnat åt magnetisk kylning som hittades under informationssökningen gällande denna kylmetod. Sökningarna relaterade till magnetisk kylning behandlas i samband med avsnittet om kylmetoder.

Använda söktermer kan ses i Bilaga A.

2.1.1 Resultat

För de mer allmänna sökningarna var det svårt att hitta relevanta resultat. Många av de kombinationer av sökord som provades gav hundratals eller tusentals resultat, vilka det inte fanns tid och resurser att gå igenom. Flertalet av de resultat som senare hittades tedde sig inte heller särskilt relevanta för projektet, utan behandlade någon liknande produkt, såsom kylskåp för privat bruk, eller någon produkt som förekommer i relaterade sammanhang, såsom en anordning för hyllkantsmärkning. De patent relaterade till butikskylar som hittades och var i kraft var så pass specifika

att det antogs att dessa inte skulle utgöra något hinder. Exempelvis hittades en display som intar aktivt läge vid rörelseaktivering, och en kyl definierad av en inre hyllvagn åtkomlig bakifrån, se Figur 2.1.



Figur 2.1 Illustration från patentet “Kylskåp” (EP 1 683 449). [8]

Sökningar på produktnamnet Coolio gav inga resultat i databasen, och sökningar på företagsnamnet Nordic Cooling Solutions resulterade endast i patent från andra företag. Inget av dessa patent var heller relaterat till liknande produkter, utan gällde till synes patent på diverse kemiska ämnen. Ur detta drogs slutsatsen att det sannolikt inte finns några juridiska hinder för att tillverka en kylmodul kombinerad med en kartongdisplay.

2.2 Uppställning av behov

En av de inledande aktiviteterna i arbetet var att fastställa vilka behov produkten som skulle tas fram skulle uppfylla. Det fanns ett antal olika källor att ta dessa från. Dels kunde behov fås direkt från Smurfit Kappa utefter vad de ville att produkten skulle uppfylla. De behov som satts upp i det tidigare arbetet var också fortfarande relevanta, och ytterligare områden för förbättring kunde erhållas ur resultatet och

diskussionen. Sedan kunde det även vara relevant att åter vända sig till kunder, då andra resultat potentiellt skulle kunna erhållas än för det föregående projektet.

2.2.1 Behov från det föregående arbetet

Till en början ställdes en lista på behov upp utifrån de av behoven i det tidigare arbetet som fortfarande bedömdes som relevanta. En del sorterades ut för att de tagits fram då det tidigare arbetet hade en annan inriktning än vad det slutade med. Ett antal behov togs även bort då de inte ansågs som relevanta i detta stadie. Exempelvis behovet av en ljuskälla, då detta kan appliceras till i stort sett alla tänkbara koncept, och därför inte behöver tas hänsyn till ännu.

Ytterligare ett antal behov ställdes upp utifrån diskussionen i det tidigare arbetet, samt resultatet av intervjuer och testning i det. Detta var till stor del behov relaterade till användarvänlighet, vilka varit underrepresenterade i det tidigare arbetets behovslista. Detta antagningsvis då behovslistan främst tagits fram under intervjuer med anställda i livsmedelsbutiker, och inte med kunder. Behov av att anpassa kyldisplayen för fler sorters produkter uttrycktes även.

Det slutliga konceptet från det tidigare arbetet studerades även direkt hos Smurfit Kappa. Här uttrycktes behov av en större kylmodul, för att inte kräva påfyllning lika frekvent. Problem med belastning av kartongen på grund av kylmodulens vikt kunde också observeras.

2.2.2 Behov från Smurfit Kappa

Från Smurfit Kappa togs till en början en rad behov uttryckta i den initiala briefen till detta arbete. I kombination med behoven från det tidigare arbetet bildade dessa en betryggande mängd behov. Smurfit Kappa konsulterades återigen för att de skulle få möjlighet att uttrycka sig om vilka behov de såg som viktigast att uppfylla, samt om de upplevde att det fanns några fler som hänsyn behövde tas till.

Smurfit Kappa bekräftade i detta stadie att de behov som tagits fram från brief och det föregående arbetet var relevanta, men hade svårt att prioritera dem, vilket var förståeligt i ett så pass tidigt stadie. Fokus tilläts vara mer öppet till en början, och en egen prioritering gjordes senare, efter att en sammanställning av de genererade behoven gjorts.

2.2.3 Ytterligare behov från kunder

Parallellt med framtagningen av behoven ovan söktes även kontakt med ett antal livsmedelsbutiker. Dock var de flesta svåra att få kontakt med, och de som gjorde sig åtkomliga tillförde inte mycket utöver de behov som tidigare fått via Josefines arbete. Bedömningen gjordes därför att den input som redan fanns från butikernas sida via det tidigare arbetet fick vara tillräckliga.

2.2.4 Sammanställning av behov

Projektet att utveckla kylmodulen kunde delas in i ett antal mindre delproblem. Exempelvis var val av grundläggande form, kylsystem, och förslutning saker som behövde hanteras, men som kunde göra så relativt oberoende av varandra. Att dela upp projektet i mindre bitar gjorde det både mer översiktligt och lätthanterligt. Uppdelningen i mindre delar gjorde även att de genererade behoven kunde delas upp, vilket tedde sig naturligt, då de flesta inte var relevanta i mer än en eller två delprocesser. Exempelvis behöver man inte tänka på användarvänligheten då man väljer isoleringsmaterial.

Vid den här tidpunkten togs även beslutet att en avgränsning skulle göras gällande kartongdelen av displayen. Då Smurfit Kappa själva arbetar med pappersförpackningar, i en världsledande ställning, bedömdes det att de skulle ha mer glädje av arbete fokuserat på andra områden, och att de utan problem kunde ta fram en kompletterande wellpappdisplay. Arbetet bedömdes även vara stort nog utan att denna aspekt gick på djupet med. Behov direkt relaterade till kartongdelen sammanställdes därav ej.

De resulterande delproblemen, och deras respektive behov, kan ses i Bilaga B.

2.2.5 Prioritering av behov

Efter att ha sammanställt de behov som önskades uppfyllas krävdes att en prioriteringsordning dem emellan ställdes upp. Detta då många av dem drog i olika och i en del fall motsatta riktningar. Exempelvis hade Smurfit Kappa beskrivit både "Säkerställa kraftfull kylning", "Bibehålla låg strömåtgång", och "Minimera pris" som behov som måste uppfyllas. Då dessa drar i tre olika riktningar behövs ett sätt att bestämma vad som ska prioriteras då beslut tas. Samtliga behov listades inte, utan övergripande behov, till vilka de mer specifika bidrar, ställdes upp och rangordnades efter vilket som borde prioriteras. Ordningen på de övergripande behoven blev den följande:

1. Säkerställa driftsäkerhet.
2. Förenkla handhavande.
3. Öka exponeringsflexibiliteten.
4. Trygga miljövänligheten/minimera strömförbrukning.
5. Minimera priset.
6. Göra utformningen estetiskt tilltalande.

Driftsäkerhet och enkelt handhavande för personal och kunder bedömdes vara de grundläggande behoven för alla produkter inom området. Utan dessa uppfyllda är produkten sannolikt inte intressant. Därefter följer exponeringsflexibiliteten. Denna är den primära anledningen till att denna produkt utvecklas. Om den inte blir signifikant bättre på detta område än konkurrerande produkter finns det inte någon egentlig anledning för produkten att finnas.

De resterande tre kategorierna är inte på samma sätt vitala för att produkten ska kunna finnas, men utgör ändå potentiellt starka försäljningsargument. Av dessa prioriteras minimerad strömförbrukning högre, då den är viktigare för att visa ett koncepts validitet. Pris till viss del och estetik till stor del, kan förbättras längre fram i processen med mer utveckling, och ingen av dem är viktig för en initial prototyp.

3 Grundläggande form

3.1 Konceptgenerering

3.1.1 Extern Sökning

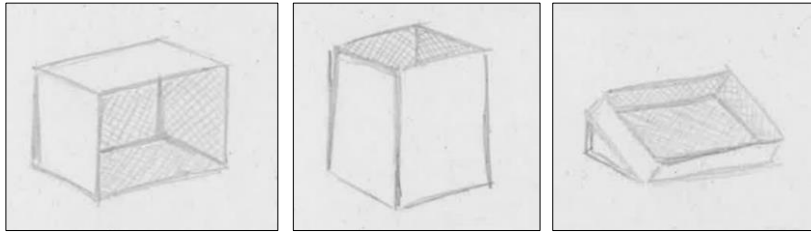
För att få en översikt över de koncept av kylar som idag förekommer ute på marknaden gjordes en studie i livsmedelsbutik. De olika sorternas displayer som studerades kan ses i Bilaga C. Av de studerade produkterna var den stora majoriteten i form av skåp eller boxar. De som avvek från trenden, och som hade störst likheter med prototypen från det föregående projektet, var displayen till salladsbuffé samt lådorna med lösgodis. Dessa var även de enda studerade displayerna som inte var kyllda.

3.1.2 Analys

Då relativt liten variation funnits bland utformningen på dagens kyllda displayer ansågs det vara en bra idé att utgå från någon av de mer konventionella utformningarna. Detta skulle både kunna hjälpa se till att funktionen är intuitiv, samt se till att displayen känns igen som just en kylld display.

3.1.3 Brainstorming

Ett antal olika koncept på utformningar genererades. Till en början genererades endast formmässigt olika utformningar som modulen skulle kunna ha. Efter att ett antal sådana koncept genererats togs även mer funktionsmässigt olika koncept fram. Dessa utgick inte längre från att kylmodulen skulle fungera som prototypen från det föregående arbetet, utan sökte efter alternativa sätt att skapa ett kylt utrymme i en kartongdisplay. De genererade koncepten samt utvärdering av dem kan ses i Bilaga D.



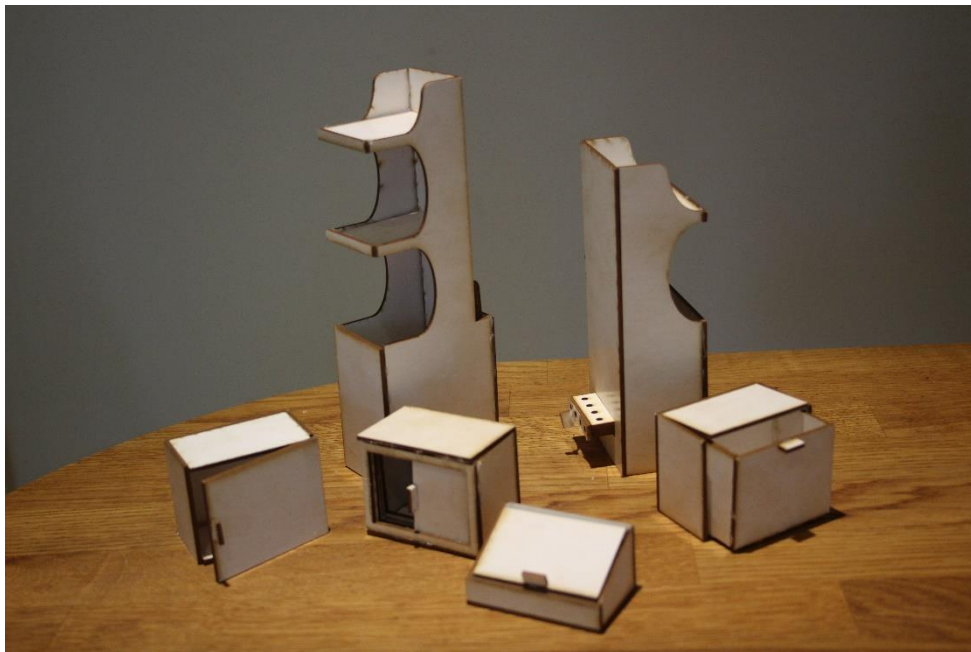
Figur 3.1 Skisser på några av de tidiga formmässiga koncepten.

3.1.4 Skissmodeller

Under arbetet med form och förslutning (se avsnitt 4) togs skissmodeller fram för ett antal av de olika koncepten. Dessa tillverkades i kartong med hjälp av laserskärare och lim.

Syftet var inte att skapa en verklighetstrogen bild av hur koncepten skulle se ut efter implementering. Snarare var målet att göra det lättare att visa upp och förklara de olika utformningarna, samt ge en liten känsla för hur de skulle kunna se ut och fungera.

Ett urval av skissmodellerna kan ses i Figur 3.2.

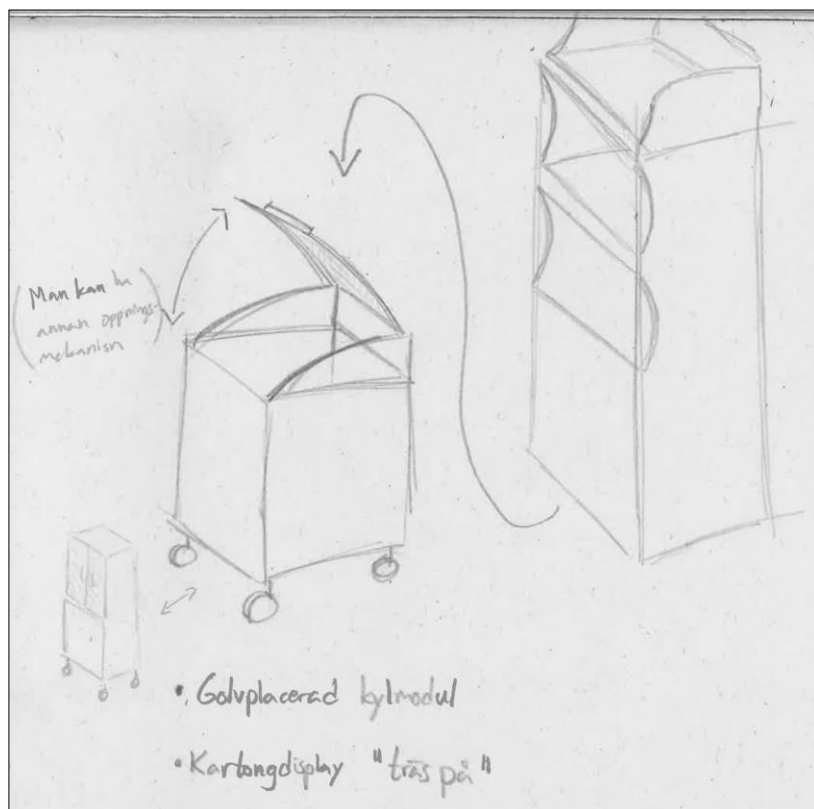


Figur 3.2. Urval av skissmodeller på tidiga koncept.

3.2 Konceptval

Att använda sig av samma funktion som utgångskonceptet skapade ett antal problem. För att kunna se till att kyldelen är anpassad för olika sorters produkter, samt se till att påfyllning inte behöver ske orimligt ofta behövde kyldelen bli större. Dock fanns det redan sedan tidigare problem med vikten på modulen; kartongdisplayen kunde inte bära mycket mer, särskilt med ytterligare produkter inuti. Det var därmed svårt att lösa det ena problemet utan att förvärra det andra.

Det golvplacerade konceptet gav till synes den bästa lösningen på denna problematik. Kylen kan göras så stor som nödvändigt utan att vikten blir ett problem, då den placeras direkt på golvet. Detta kan även ge en förbättrad stabilitet, då tyngdpunkten blir lägre. Det går även att göra utformningen så att gott om utrymme finns för ett kylsystem, vilket annars skulle kunna vara en begränsning. Det man ger upp är alternativa användningsmöjligheter, såsom placering i butikshyllor. Dock bedömdes det vara värt det för att maximera funktionaliteten vid den huvudsakliga användningen. En skiss på konceptet kan ses i Figur 3.3.



Figur 3.3 Skiss på det golvplacerade konceptet.

Då valet att göra kylmodulen golvplacerad gjorts fanns fortfarande ett antal olika potentiella utformningar. Av de utformningar som tagits fram under den inledande konceptgenereringen var box- och skåputformningarna de som tycktes mest lämpliga. Inledningsvis valdes boxen att gås vidare med, då detta möjliggjorde en användning som liknade den från det tidigare arbetets prototyp, samt ansågs ge en mer estetisk utformning.

4 Förslutning

4.1 Konceptgenerering

4.1.1 Extern sökning

Liksom för den grundläggande formen studerades angående förslutning existerande lösningar på marknaden. De studerade produkterna står att se i Bilaga C.

Av de granskade displayerna gick en majoritet att ställa upp, eller var öppna till att börja med. Flertalet av de som var självstängande hade dörrar, vilka enkelt kunde hållas öppna genom att helt enkelt ställa sig i vägen. I och med detta verkade samtliga displayer vara konstruerade för att kunna användas med endast en hand, exempelvis medan man håller en korg.

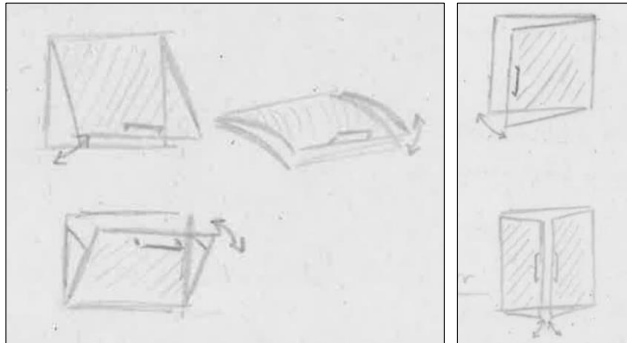
4.1.2 Analys

Då möjlighet att använda kylan med en hand verkade vara standarden på marknaden sågs det som lämpligt att välja en lösning som fyller detta krav. Liksom gällande formen var variationen relativt liten vad gäller de kylde displayerna; dörrar, skjutdörrar, och öppna displayer dominerade. Därmed skulle intuitiv användning samt igenkänning som en kyl kunna säkerställas genom val av något i stil med dessa.

Något annat som kan konstateras är att låg energiförbrukning möjligen är lägre prioriterat än man skulle kunna tro. Detta då flera kylar med känsligare produkter, såsom mejerivaror, var helt öppna.

4.1.3 Brainstorming

Trots vad den externa sökningen rekommenderade genererades ett antal olika koncept, för att inte missa potentiellt bättre lösningar. De genererade koncepten, samt diskussion av deras för- och nackdelar, kan ses i Bilaga E.



Figur 4.1 Skisser på några av koncepten för förslutning.

4.2 Konceptval

Av de genererade koncepten tycktes dörr och skjutdörr vara de med flest fördelar. Av dessa passade skjutdörren väl tillsammans med box-utformningen som sedan tidigare gått vidare med. Dock kunde tillfällen tänkas då en vanlig dörr skulle kunna vara lämpligare.

Medan öppningen är på ovansidan blir en dörr olämplig, då den försvårar användning och påfyllning genom att slå igen. Men med öppningen på framsidan, såsom vid en skåpsutformning, undviker man denna nackdel, samt får fördelen att hela dörren kan öppnas, till skillnad från en skjutdörr.

Om man har ett tillräckligt kraftfullt kylsystem, samt om energiåtgången inte är något som prioriteras, skulle en öppen utformning vara en möjlighet. Detta hade gjort användning så enkel som möjligt, både för kunder och anställda. Det är mer lämpligt för en utformning då öppningen är upptill, då kall luft sjunker och i lägre grad hade läckt ut vid sådan utformning.

5 Kylning

5.1 Konceptgenerering

Då det tidigare arbetet utforskat en alternativ kylmetod i Peltierelement ansågs det intressant att undersöka vilka kylmetoder man skulle kunna använda sig av. Till en början gjordes en enklare sökning gällande vilka kylmetoder som finns tillgängliga i dagsläget. De metoder som ansågs rimliga att använda var de följande:

- Kompressorkyla
- Peltierelement
- Magnetisk kylning

Här följer en beskrivning av hur var och en av de funna kylmetoderna fungerar, samt för- och nackdelarna med respektive.

5.1.1 Kompressorkyla

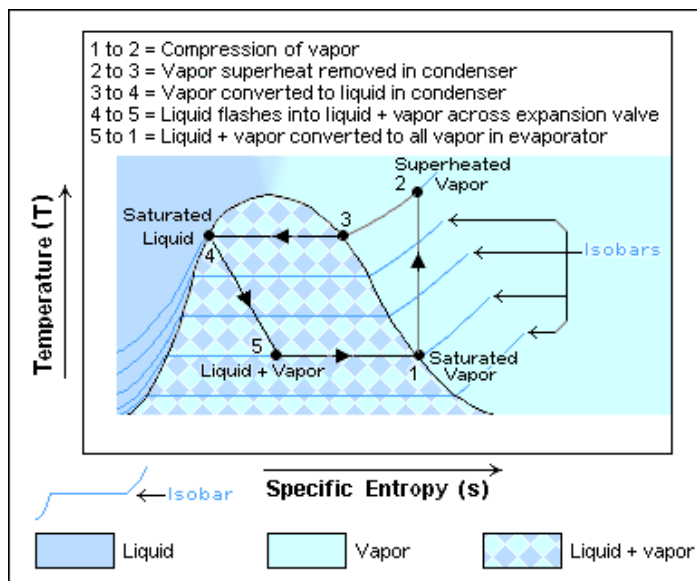
Kompressorkyla är den i dagsläget mest vanligt förekommande kylmetoden. Den används brett både i kylskåp och i saker som luftkonditionering av hus och fordon.

Kylmetoden bygger på hur värmekapaciteten förändras beroende på tryck. Under dess gång genomgår ett köldmedel upprepade fasövergångar, under vilka det tar upp och avger värmeenergi. En cykel innehåller de följande stegen:

1. Köldmedlet leds in i kompressorn i form av en mättad ånga, det vill säga en ånga vid sin ångbildningstemperatur för innevarande tryck. Här ökas trycket under konstant entropi, det vill säga energi varken tillförs eller förs bort. Detta får temperaturen att öka, vilket leder till ångan går från mättad till överhettad.
2. Ångan går sedan vidare till en kondensor. Ångan kondenseras här genom att energi leds bort under konstant tryck. Köldmedlet övergår här åter till en

mättad ånga och därefter till en mättad vätska, det vill säga en vätska vid sin ångbildningstemperatur.

3. Därpå följer en expansionsventil, vid vilken trycket abrupt sjunker. Detta leder till att temperaturen också åter sjunker, samt att vätskan delvis förångas.
4. Slutligen leds det kalla köldmedlet till en förångare. Här absorberar det under konstant tryck värmeenergi från utrymmet som önskas kylas. Detta får köldmedlet att åter övergå till en mättad ånga. I och med detta är vi tillbaka där vi började, och ångan kan återigen ledas till kompressorn. [9]



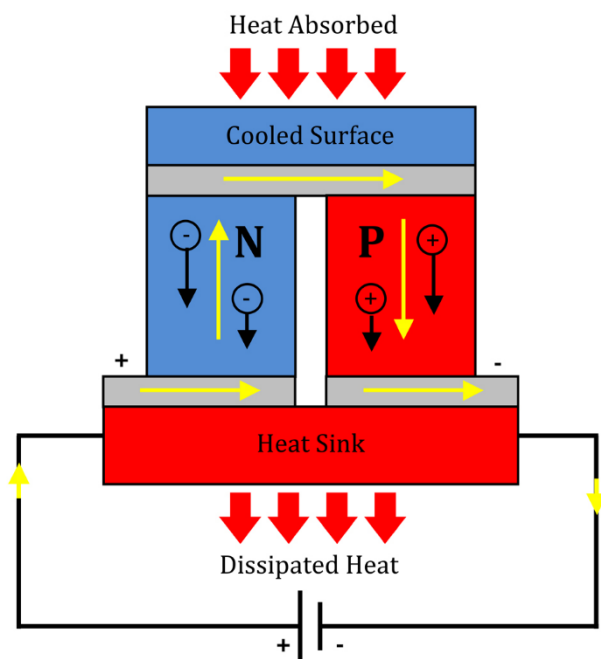
Figur 5.1 Temperatur-entropi-diagram som visar en typisk cykel för ett kompressor-kylsystem. Observera att siffrorna inte stämmer överens med dem i listan ovan (Men de börjar på samma ställe.). [10]

Kompressor kylning har relativt de allra flesta kylmetoder en hög verkningsgrad. Andra fördelar uppkommer direkt av att det idag är den vanligast förekommande kylmetoden. De kylsystem som finns har haft god tid på sig att utvecklas och optimeras. Bred användning gör dem sannolikt även relativt billiga och lättåtkomliga, och det lär vara problemfritt att övertyga folk om att systemen är tillförlitliga.

Dock finns det även ett par nackdelar med tekniken. Kompressorn leder till att kylan ger ifrån sig mer ljud än om man använt andra kylmetoder, och inkluderingen av en gas under tryck ger risken för läckor, vilka kan ge problem i och med att gasen generellt sett är antingen miljöfarlig eller giftig. Systemet kräver även mer underhåll än andra.

5.1.2 Peltierelement

Peltierelement bygger, såsom namnet antyder, på Peltiereffekten. Denna innebär att värmeenergi genereras, eller absorberas, då en ström går från en ledare av ett material till en ledare av ett annat material. Vilken effekt som uppstår beror på respektive materials Peltierkoefficient. Detta kan utnyttjas för att skapa en värmepump, genom att konstruera en krets där materialet varierar upprepade gånger, och de punkter där värme avges placeras på ena sidan, medan de punkter där värme tas upp placeras på den andra. [11] [12]

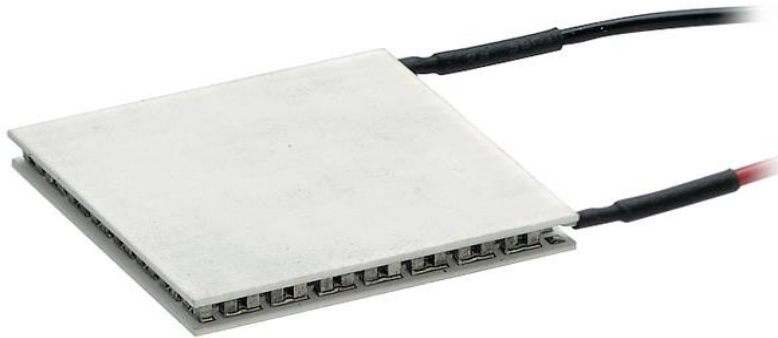


Figur 5.2 Illustration av hur ett Peltierelement fungerar. [13]

En fördel med Peltierelement är att de kan ge ett kompakt kylsystem, i och med att själva elementet enbart är en tunn platta. Underhållsbehovet är också minimalt, då systemet inte har några rörliga delar, och ingen gas eller vätska som cirkulerar eller är under tryck. För prototypbygge finns också fördelen att Peltierelement är enkla att införskaffa separat.

Den främsta nackdelen med tekniken är att verkningsgraden är mycket dålig. Den blir även sämre ju större temperaturskillnaden är mellan den varma och kalla sidan, bland annat på grund av att värmen helt enkelt leds tillbaka, då material som leder ström generellt även leder värme väl. På grund av detta krävs god kylning på den

varma sidan via kylfläns, och eventuellt fläkt, vilken i viss grad kan ta bort fördelarna från kompaktheten, och även ge visst underhållsbehov.



Figur 5.3 Ett Peltierelement. [14]

5.1.2.1 Beräkningar på Peltierelement

I det tidigare arbetet gjordes beräkningar för att dimensionera peltierelement till kylmodulen. Då det redan tidigt antogs att en större modul var lämpligt gjordes nya beräkningar för att försöka uppskatta peltierelements gångbarhet. Då beräkningarna gjordes antogs displayen fortfarande vara hyllplacerad, men de antagna måtten borde vara applicerbara även för den golvplacerade utformningen. Beräkningarna kan ses i sin helhet i Bilaga F.

Beräkningarna visade att det fanns komplikationer med att använda peltierelement som kylning. För det första var det nödvändigt att ha någon form av isolering för dörren för att kylbehovet inte skulle bli orimligt stort. I det tidigare arbetet användes en dörr med en luftsprunga mellan två plastlager. Detta skulle kunna fungera, men gör dörren betydligt klumpigare än vad som idag finns ute i butiker. Även med denna utformning krävdes ett kraftfullt peltierelement, kompletterat av en kylfläns med stort luftflöde över sig via fläkt.

5.1.2.2 Konsultation med expert

Under det föregående projektet intervjuades dåvarande doktoranden Magnus Hivert angående användning av Peltierelement. Han talade då om pågående utveckling som kraftigt skulle kunna öka metodens energieffektivitet. För att ta reda på om någon utveckling skett på området, samt för att få hans tankar angående att använda Peltierelement i den tänkta kylan, ställdes en ny intervju upp med Magnus.

Enligt Magnus har inga stora framsteg gjorts vad gäller Peltierelement den senaste tiden. Den utveckling som har skett är fortfarande på forskningsnivå, och därför inte

redo att användas i en kommersiell produkt. Förbättringar gällande verkningsgraden får istället ske via optimering av kringliggande komponenter.

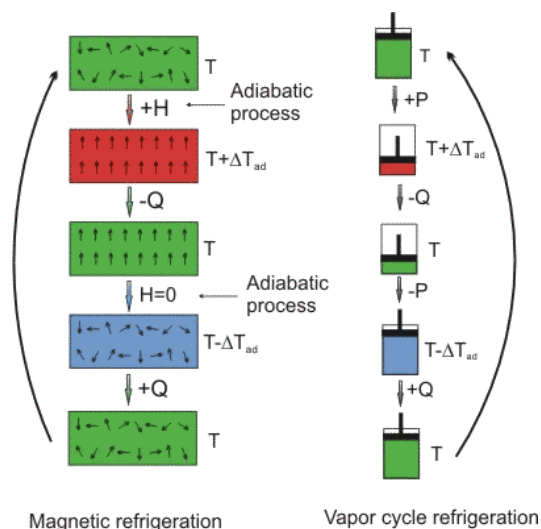
Gällande huruvida det är rimligt att använda Peltierelement som kylmetod svarade han ja, men tillade att det inte kommer bli energieffektivt. Motiveringen får istället bli exempelvis ljudnivå, underhåll, plats, eller vikt. Magnus medgav dock att storleken på kylflänsen som skulle krävas vid en större kyleffekt kan göra att systemet inte blir platseffektivt, medan alternativet vattenkyllning gör att underhållsbehovet inte längre är så mycket mindre än för kompressorkyla. [15]

5.1.3 Magnetisk kylning

Magnetisk kylning bygger på den magnetkaloriska effekten. Denna innebär att vissa material, så kallade magnetkaloriska material, värms upp då de utsätts för ett magnetfält. När materialet sedermera tas bort från magnetfältet sjunker temperaturen åter. Den termodynamiska cykeln för metoden utgörs av följande steg:

1. Det magnetkaloriska materialet, placerat i en isolerande omgivning, utsätts för ett ökande magnetfält. Magnetfältet ordnar atomernas magnetiska dipoler, vilket minskar materialets magnetiska entropi och därigenom värmekapacitet. Då ingen energi har avlägsnats leder den minskade värmekapaciteten till att temperaturen ökar.
2. Den förhöjda temperaturen tas sedan tillbaka till utgångsläget genom att energi transporteras bort av en vätska eller gas. Under detta hålls magnetfältet konstant.
3. Med materialet återigen termiskt isolerat minskas magnetfältet igen. Den magnetiska entropin ökar då återigen, och med den värmekapaciteten, vilket leder till att temperaturen sjunker.
4. Under konstant magnetfält kan det magnetkaloriska materialet sedan sättas i kontakt med det som ska kylas, varvid värme absorberas. Då jämvikt uppnåtts kan processen börjas om från början. [16] [17]

Denna process innehåller i stort sett samma steg som kompressorkyla, se Figur 5.4.



Figur 5.4 Stegen i den magnetiska kylprocessen, jämfört med stegen i den konventionella kompressorkylprocessen. [18]

Magnetisk kylning har till synes en rad fördelar jämfört med konventionell kompressorkyla. Till att börja med ger det en lägre energiförbrukning: någonstans mellan 20 och 50 procent, beroende på vem man frågar. Miljövänligheten görs ännu större av att miljöfarliga kylmedel inte används. Då systemet inte arbetar under högt tryck blir risken för läckor också klart mindre. Det lägre trycket bidrar även till ett lägre behov av underhåll. [19]

Nackdelarna ligger sannolikt i att metoden inte är särdeles etablerad. Detta innebär att utbudet på marknaden är mycket litet, och det är inte självklart att det finns ett kylsystem som passar den tänkta applikationen. Under beräkningarna angående peltierelement, se Bilaga F, uppskattades kylbehovet till någonstans i området 20–100 W, beroende på dörrens utformning. Bland de lanserade magnetiska kylsystem som hittades sådes det minsta ha en kylkapacitet på 200–1000 W [20]. Problemet här verkar alltså om något vara att det inte ännu finns kylsystem för så pass små applikationer som den tänkta kylmodulen.

5.1.3.1 Patentsökning

Då magnetisk kylning var den mindre kända av de funna metoderna, gjordes en patentsökning angående denna. För information om den använda databasen, se det tidigare avsnittet om patentsökning under Förberedande Arbete.

Sökningar direkt inriktade på magnetisk kylning via sökfraser såsom “magnetisk kylning” gav relativt lite resultat. Majoriteten av sökresultaten gällde orelaterade saker med någon koppling till magnetism och/eller kylning, exempelvis

framställning av magnetiska legeringar eller magnetiska stängningsanordningar till kylskåp. Det mest relevanta som hittades var ett patent gällandes framställning och användning av ett specifikt material som kylmedium till magnetisk kylning. [21]

Under sökningen efter kylmetoder hittades det franska företaget Cooltech Applications som en tillverkare med lanserade produkter vilka bygger på magnetisk kylning. Sökning efter företaget i patentdatabasen gjordes därför. Utifrån detta hittades ett antal patent gällande magnetiska värme- eller kylsystem i någon form, tre av vilka var i kraft. Dessa patent gällde till synes specifika utföranden, och inte tekniken i sig. [22]

5.1.3.2 Kontakt med Cooltech Applications

Det ansågs att Cooltech Applications skulle vara ett intressant företag att kontakta för att vidare undersöka möjligheten att använda magnetisk kylning. Detta då de verkade vara de enda med patent på området, och då andra tillverkare redan tidigare varit svåra att hitta.

Upprepade försök gjordes att kontakta företaget, både via kontaktuppgifterna funna på deras hemsida, samt direkt till deras "Sales and Marketing Director". Dock gav detta aldrig något resultat, trots långtgående försök att prata om backningen från ett stort internationellt företag i Smurfit Kappa, samt de affärsmöjligheter som skulle kunna resultera för Cooltech Applications. När detta drog ut på tiden togs till slut beslutet att lägga över kommunikationen på Smurfit Kappa, i hopp om att direktkontakt från företaget bättre skulle kommunicera seriositeten i projektet.

5.2 Konceptval

Efter att de olika kylmetoderna undersökts bedömdes att Peltierelement inte var den bästa metoden att gå vidare med. Tekniken har ett antal fördelar, exempelvis kräver den minst underhåll, är tystast, och är sannolikt det kylsystem som enklast kan anskaffas för prototypbygge. Dock bedömdes dessa fördelar som mindre viktiga än metodens nackdelar, att den har klart lägre verkningsgrad än övriga kylmetoder, och därmed en större energiförbrukning och mindre säker kylning.

Vid jämförelsen mellan de kvarvarande två var den magnetiska kyltekniken bättre på nästan alla områden. Den enda egentliga nackdelen som fanns var att tekniken inte var helt lätt att få tag i. Cooltech Applications var den enda tillverkare som hittades som hade produkter på marknaden. I övrigt hittades enstaka företag som antingen tillverkade magnetkaloriska material, det vill säga kylmedlet, eller tagit fram en prototyp. Dock verkade ingen annan ha tagit sig ut på marknaden.

Vid möjlighet hade magnetisk kylning varit den bättre metoden att använda, men tills kontakt kunde fås med tillverkare fick kompressorkyla vara förstahandsvalet.

6 Material

6.1 Isolering

6.1.1 Konceptgenerering

Den sista komponenten med avgörande inverkan på produktens funktionalitet var isoleringen. I det tidigare projektet användes polystyrenskum för isoleringen. Detta undersöktes därför, och i samband med detta hittades även polyuretan som en annan potentiellt relevant plast att använda.

Polystyren har fördelen att den är relativt billig och lättillgänglig, och för prototypbygge går den enkelt att införskaffa via byggvaruhus [23]. Materialet har även en adekvat isoleringsförmåga, någonstans mellan 0,033 och 0,041 W/m*K, beroende på kvalitet [24] [25].

Den främsta fördelen med polyuretan är dess goda isoleringsförmåga. Beroende på källa ligger värmeledningsförmågan någonstans mellan 0,022 och 0,025 W/m*K [26] [27]. Förutom termisk isolering ger polyuretan även en god isolering mot vibrationer [28] [29]. Detta kan vara värdefullt om man använder sig av kompressorkylning, då denna teknik ger upphov till mer ljud än de övriga alternativen. Dessa fördelar gör polyuretan till ett av de vanligaste isoleringsmaterialen i kylar och frysar idag [30].

Ett potentiellt problem för prototypbygge är att polyuretan till synes inte går att köpa i färdiga block på samma sätt som polystyren. Istället kan gjutmaterial för egen gjutning köpas. Det bör även nämnas att flertalet av de källor som talar om polyuretan och är företag eller branschorganisationer kopplade till tillverkning och försäljning av materialet. Viss skepsis kan därav behöva appliceras på de funna uppgifterna.

Ett annat potentiellt isoleringsmaterial kom upp i konversation med en annan besökare i samband med ett möte hos Smurfit Kappa: aerogel.

Aerogeler är geler där vätskedelen ersatts med en gas, medan den solida strukturen har bevarats. De är de lättaste fasta material man känner till, tack vare sin stora porositet, med densitet ner till tre kilo per kubikmeter [31]. Denna porositet bidrar även till att de kan ha mycket goda isolerande egenskaper. Värmeledningsförmågan för kiselbaserade aerogeler kan nå ner till $0,016 \text{ W/m}^*\text{K}$, och kan alltså ge bättre isolering än något av de andra studerade materialen. En annan fördel med aerogel är att den kan göras transparent. Detta innebär att dörren till kylmodulen kan isoleras på ett sätt som varken gör den klumpigare eller hindrar insyn. Detta skulle kraftigt kunna minska energiåtgången, då potentiella material till dörren, såsom glas och akrylplast, annars isolerar dåligt. [32]



Figur 6.1 En bit aerogel skyddar blomman från flammen tack vare sin goda isoleringsförmåga.

Tack vare sina goda egenskaper föreföll aerogel vara ett attraktivt alternativ. Därav gjordes försök att kontakta Svenska Aerogel AB, för att närmare undersöka möjligheten till användning, samt se över de kostnadsrässiga aspekterna. Företaget säger sig ha hittat en kostnadseffektiv tillverkningsmetod för aerogel, vilket hade behövts för denna tillämpning, då aerogel annars är dyrt. [34]

Dessa försök gav sparsamma resultat, varför denna kommunikation lämnades över till Smurfit Kappa, i hopp om att de skulle ha större möjlighet att locka företagets intresse.

6.1.2 Konceptval

Aerogel var tillsynes det av de studerade materialen med bäst egenskaper, och att vara tidigt ute med att använda tekniker såsom Svenska Aerogels billigare tillverkningsmetod skulle kunnat ge stora konkurrensmässiga fördelar. Dock fanns här liknande problem som gällande kylningen i föregående avsnitt.

Om kontakten med Svenska Aerogel inte leder någonstans, eller om aerogelen visar sig fortfarande vara för dyr för att vara lämplig, finns polyuretan som ett bra andrahandsalternativ. Eventuellt skulle en kombination kunna användas i fallet att aerogelen är dyr. Aerogelen skulle då kunna användas till att isolera genomskinliga ytor, medan polyuretan används för resterande isolering.

6.2 Hölje

Potentiella material för kylmodulens hölje undersöktes även. Då det antogs att plast var en lämplig kategori av material att använda konsulterades främst User's Guide to Plastics av Ulf Bruder för att hitta potentiella material att använda. Av de däri funna plasterna tedde sig ABS som den mest lämpade.

ABS är tack vare sina goda hållfasthetsegenskaper och ytfinish ett vanligt material i bland annat möbeldetaljer, höljen till vitvaror, elverktyg, och kontorsmaskiner. Materialet är även funktionellt ner till låga temperaturer. [35] [36]

Potentiellt skulle ABS även kunna användas till fönster och dörr, då det kan göras transparent [37]. Materialet för dessa delar hade annars antagningsvis varit akrylplasten PMMA (plexiglas). Användning av ABS för både höljet och öppning hade förutom de rent materialmässiga egenskaperna även kunnat ge miljömässiga förbättringar, då produkten blir lättare att återvinna.

7 Omformulering

En bit in i arbetet började informationssökningen dra ut på tiden. Mycket tid hade lagts på att försöka kontakta företag såsom Cooltech Applications och Svenska Aerogel AB, utan nämnvärda resultat.

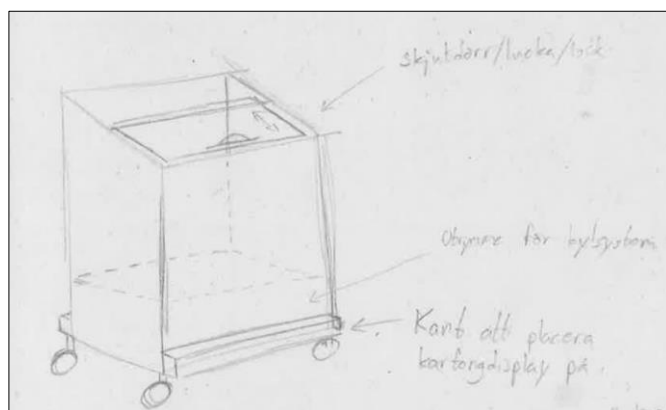
Beslut togs då av handledare och Smurfit Kappas i samråd att skifta arbetets fokus. Istället för mer tekniska aspekter skulle fokus nu ligga på det mer övergripande konceptet. Ergonomi och användarvänlighet var vad som skulle prioriteras, snarare än driftssäkerhet och energiförbrukning. Dessa aspekter skulle istället ses som befintliga plattformar att arbeta utifrån.

Denna avgränsning innebar även att kontakten med andra företag lämnades över till Smurfit Kappa, samt att tillverkning sköts på framtiden.

Mycket arbete hade redan gjorts gällande utformningen, i och med förstudierna och konceptgenereringen gällande form och förslutning. Utgångspunkten för det fortsatta arbetet var därför vad som kommits fram till därunder.

8 Konzeptutveckling

Det övergripande koncept som sedan tidigare verkat som det bästa var att göra kylmodulen golvplacerad, och sedan kombinera den med ett kartonghölje med stöd från kylan. Mer specifikt valdes en box-utformning med en skjutdörr som utgångspunkt. Dessa koncept verkade sedan tidigare lovande, och kombinationen kunde ge en helhet som i användning liknande prototypen från det tidigare arbetet, se Figur 8.1.



Figur 8.1 Skiss på initialt koncept.

8.1 Modell

Att komma vidare härifrån enbart genom teoretiskt arbete bedömdes svårt. Därför beslutades att göra en enkel modell av det initiala konceptet. Denna hade inte som mål att vara funktionell, utan endast att hjälpa ge en bild av problem som skulle kunna uppstå med utformningen utan att lägga ner för mycket resurser. Inför konstruktionen gjordes viss studie av liknande kylar ute i livsmedelsbutiker för att uppskatta lämpliga mått.

Modellen tillverkades i MDF-skivor, med trälistor och skruv för sammanfogning. Basmåtten valdes till samma som för kartongdisplayen från det tidigare arbetet, det vill säga fyrtio gånger sextio centimeter. Botten placerades fyrtio centimeter över

modellens botten, under vilken hjul senare fästes. Djupet sattes till femtio centimeter från den lägre kanten framtill. Det beslutades att inte tillverka skjuddörren för denna modell, då detta hade försvårat konstruktionen och krävt fler material, samt då det bedömdes att det inte skulle tillföra mycket till utvärderingen. Modellen kan ses i Figur 8.2. Ytterligare bilder finns att se i Bilaga G.



Figur 8.2 Modell av initialt koncept.

8.1.1 Analys av modell

Efter att modellen försetts med läskburkar och viss testning av användningen gjorts kunde ett antal slutsatser dras:

- Djupet kan bli problematiskt av ett par olika anledningar då kylan nästan är tom:
 - Innehållet i en nästan tom kyl syns inte förrän man är inom cirka en meter från kylan.
 - När kylan är nästan tom krävs att man böjer sig in över den för att komma åt produkterna. Detta kan ge problem om kartongdisplayen inte utformats för att tillåta detta.
- Höjden kändes bra. Möjligen borde den vara lägre, då den testande var relativt lång.
- Volymen verkade något större än vad som är praktiskt. Dock kan detta problem försvinna då utrymmet minskas när isolering läggs till, samt om storleken minskas för att yttermåttan ska bibehållas även med en utanpåliggande kartong.
- Vinkeln vid öppningen verkar lagom stor ur ett estetiskt perspektiv.

8.2 Nya koncept

Utifrån analysens resultat gjordes försök att åtgärda de potentiella problem som observerats. Detta resulterade i två nya koncept.

8.2.1 Vidareutvecklat box-koncept

Först gjordes ett försök att åtgärda det befintliga konceptets problem, utan att byta koncept. Majoriteten av problemen gick att åtgärda via justerad måttsättning, samt medveten utformning av kartongdisplayen. Exempelvis borde kartongens hyllor sannolikt placeras högre upp, för att man ska kunna böja sig in i kylan utan att slå i huvudet. Detta borde inte utgöra något större problem; i värsta fall kan det bli nödvändigt att minska antalet hyllor.

Det största därefter kvarvarande problemet var det med insynen. Detta skulle delvis kunnat åtgärdas med hjälp av grafisk design på kartongen, men detta bedömdes som otillräckligt. Särskilt efter att ha gått tillbaka till den externa sökningen, varefter det kunde konstateras att samtliga studerade displayer hade god direkt insyn. Lösningen på detta var att placera ett fönster framtill på kyldisplayen, och eventuellt på fler sidor. Detta ger god insyn, men skulle eventuellt kunna påverka kartongens stabilitet, då även denna behöver vara öppen framtill. Detta eventuella problem

lämnades upp till Smurfit Kappa att bedöma, då de har klart bättre kunskap på området.



Figur 8.3 Skiss på vidareutvecklat box-koncept, framtagen med hjälp av CAD.

8.2.2 Skåp-koncept

Det andra konceptet innebar en övergång från box-formen till skåp-form. Förslutningen byttes då också till en dörr, då denna ansågs fungera bättre med den nya formen. Detta koncept hade inte längre problemen som uppstod ur displayens djup, då öppningen nu placerades på framsidan. Detta gav även god insyn med en dörr i genomskinligt material. Att konceptet har en plan ovansida skulle även kunna ge utökad stöd till kartongdisplayen, om detta är något som skulle behövas. Liksom det första konceptet kräver detta koncept att en stor del av kartongdisplayens framsida är öppen, sannolikt ännu mer för detta koncept. Dock krävs inte lika mycket anpassning av den övre delen av kartongdisplayen.



Figur 8.4 Skiss på skåp-koncept, framtagen med hjälp av CAD.

8.3 Konceptval

De framtagna koncepten ansågs bägge kunna fungera väl, och därmed togs konceptutvecklingen till ett avslut. Hade mer tid funnits tillgänglig kunde ytterligare iterationer och testning varit av intresse, men så var inte fallet.

Dessa koncept presenterades under möte med Smurfit Kappa. Efter en diskussion om funktionen samt de bägge utformningarnas för- och nackdelar valdes slutligen box-konceptet som det mest intressanta.

Efter det slutliga konceptvalet togs en kartongmodell i skala fram av Smurfit Kappa. Denna inkluderade både den tänkta kylmodulen samt dess tillhörande kartongdisplay. Dock utelämnades här de förändringar som gjorts under konceptutvecklingen; anledningen till detta klargjordes inte. Trots detta kan modellen tjäna ett syfte i att göra produkten lättare att prata om, samt ge något konkret att visa upp och interagera med. Modellen kan ses i Figur 8.5.



Figur 8.5. Skalmmodell i kartong på det slutliga konceptet.

9 Andra designmässiga noteringar

För att se till att displayen fungerar så väl som möjligt finns ett antal ytterligare aspekter som kan vara av vikt att ta hänsyn till. Dessa har en klar inverkan på funktionen, men dikterar inte nödvändigtvis utformningen i stort.

9.1 Kylning

9.1.1 Studie

För att se till att displayen kunde uppfylla de krav som finns för förvaring av kyllda varor gjordes en studie av lagstiftning och föreskrifter angående kylning och kylkedjan. Detta innebar främst:

- EG 852/2004. Om livsmedelshygien.
- LIVSFS 2005:20. Föreskrifter om Livsmedelshygien.

Dessa lästes inte i sin helhet, då andelen av lagtexterna med direkt koppling till kylning och kylkedjan var relativt liten. Förutom detta studerades även Livsmedelsverkets grundförutsättningar angående hygien [37], samt en studie angående temperaturkontroll i butikskylar utförd av Miljöförvaltningen inom Stockholms Stad [39]. Dessa hjälpte till att ge riktlinjer för hur lagstiftningen borde tolkas, samt vad som kan göras för att uppfylla den, då detta annars inte var helt tydligt.

Slutligen studerades återigen de av de kylar funna vid den externa sökningen som mest liknade den valda utformningen, det vill säga främst de med öppning upptill.

Lagstiftningen säger att livsmedel i vilka patogena mikroorganismer kan föröka sig eller där gifter kan bildas inte får förvaras i en temperatur i vilken hälsofara kan uppstå. Det nämns även uttryckligen att kylkedjan inte får brytas.

Både Livsmedelsverket och den studerade studien verkar se möjlighet till temperaturmätning i varje steg som något som krävs för att kraven ska kunna uppfyllas. Studien nämner även för högt staplade produkter som något som gett upphov till problem med kylningen i livsmedelsbutiker.

Hos de studerade kylarna kunde konstateras att alla till synes hade någon form av kylning hela vägen upp längs en av väggarna. Alternativt var detta någon form av fläktsystem, som såg till att kall luft cirkulerande från kylningen i botten till kylens övre del. Att avgöra vilken av dessa funktionaliteter som användes var svårt utan att kunna studera kylarna närmare.

9.1.2 Rekommendation

Utifrån den gjorda undersökningen bedöms att kylan borde utrustas med en inbyggd termometer som via en tydlig display gör kontroll av temperaturen enkel. Själva termometern borde placeras där risken är som störst för förhöjd temperatur, vilket för det valda konceptet borde vara längst upp i det kylda utrymmet. För att säkerställa att varorna håller rätt temperatur skulle det även kunna vara bra att på ett tydligt sätt visa hur mycket kylan får fyllas. Varor skulle annars riskera att placeras ovanför termometern, var temperaturen inte kan läsas av. För att se till att kylutrymmet kyls jämt bör även finnas ett system som ser till att kylan når övre delen av kylan, exempelvis med hjälp av fläktar.

Om kylan ska kunna användas till känsliga varor bör den kunna kyla ner till åtminstone fyra grader celsius.

9.2 Övriga behov

En ytterligare studie gjordes även av det tidigare arbetets behovslista, då där fanns ett stort antal saker som den intervjuade butikspersonalen såg som viktig. De flesta av behoven var inte applicerbara, då inriktningen nu främst gällde det mer övergripande konceptet. Dessa var behov såsom naturligt köldmedel, eller att enkelt kunna byta ut trasiga delar; behov som mer handlade om utformning av enskilda detaljer. Andra behov, såsom att rymma många produkter, var redan uppfyllda av det valda konceptet.

De mest relevanta behoven som hittades gällde behovet av ljuskälla, samt behovet att enkelt kunna välja önskade inställningar. Möjligheten att smidigt kunna ställa in kylan knyter an till behovet av display diskuterat under kylning ovan, och lösningar för dessa hade med fördel kunnat samordnas.

10 Resultat

10.1 Slutliga specifikationer

Under arbetet studerades en rad olika aspekter av en potentiell kylmodul. Detta resulterade i de följande rekommendationerna för utformningen av systemet:

- Kylen är golvplacerad, med hjul undertill för enkel förflyttning. Kylsystemet är placerat i botten av kylan, med det kylda utrymmet ovanför. Kylen har sin öppning upptill, försluten medelst skjuddörrar. Det finns även fönster för insyn på minst en av kylens sidor. Kylen har någon form av stöd för en kartongdisplay som träs över, exempelvis en kant längst ner som kartongen ställs på.
- Kylen kyls med hjälp av ett kompressorkylsystem. Detta kan eventuellt ersättas med ett magnetiskt kylsystem, om kontakt fås med tillverkare av sådant. Kylningen har även sätt att se till att kylan sprids genom hela det kylda utrymmet, exempelvis via ett fläktsystem. Kylen har en inbyggd termometer för kontroll av temperatur. Temperaturen visas på en display via vilken kylens inställningar ställs in.
- Höljet tillverkas i ABS-plast. Genomskinliga delar, såsom dörrar och fönster tillverkas även de i ABS, dock i en transparent kvalitet. Isoleringen är i polyuretan, men detta hade eventuellt kunnat ersättas eller kompletteras med aerogel, om kontakt fås med tillverkare, och om priset visar sig vara rimligt.
- Kartongdisplayens grundläggande utformning är densamma som den i det föregående arbetet. Den ges fönster på en eller flera sidor för insyn till kylens innehåll. Kartongen behöver även anpassas för att man ska kunna böja sig in i kylan. Detta skulle kunna innebära att hyllorna placeras högre upp, och eventuellt skulle hyllorna kunna behöva bli mindre i höjddled eller färre, för att kartongen inte ska bli opraktiskt hög.

- Kylmodulen är utrustad med belysning invändigt.
- Det finns en tydlig gräns som visar hur mycket kylan får fyllas.

10.2 Vidareutveckling

Den huvudsakliga delen som kvarstår i utvecklingen är detaljdesign. Det vill säga slutlig utformning av de olika detaljerna, måttsättning av dessa, samt val av komponenter i de fall där färdiga sådana kan användas.

I samband med denna process bör även testning genomföras i full skala. Denna bör ha som mål att se till att de valda måtten ger en slutprodukt som är så funktionell som möjligt. Mer specifikt behöver det ses till att hyllorna inte hindrar kund och butikspersonal från att komma åt den nedre delen av kylutrymmet, att hyllorna inte är högre än vad som är praktiskt, samt att displayen blir stabil trots införandet av fönster och dylikt. Man bör även vara uppmärksam på andra potentiella problem, men dessa är de primära. Dessa aspekter kräver generellt sett inte någon high-end prototyp, utan skulle kunna testas med en enklare mock-up.

11 Diskussion

Arbetets resultat är ett system som ger butiker vidgade exponeringsmöjligheter, samtidigt som det är smidigt att använda för både personal och kunder. Displayen kan bli ett verktyg för att fortsatt anpassa butiken och dess erbjudanden till kunden.

Under arbetet har ett par nyskapande tekniker studerats. Dessa möjliggör bägge en ökad miljöanpassning på sina områden, kylning respektive isolering, vilket är av intresse i dagens miljömässiga läge. Till synes var detta arbete för tidigt ute för att kunna utnyttja teknikerna, men de kan vara intressanta att hålla i åtanke under framtida arbeten på relaterade områden.

Istället för miljömässig utveckling har de främsta framstegen under detta arbete varit relaterade till användarvänlighet, för såväl kunder som personal. Denna inriktning berodde dels på omformuleringen från Smurfit Kappa, men redan tidigare var detta den bit jag var mer intresserad av, då detta ligger närmare kärnan av min utbildning. Fokuset på användarvänlighet snarare än miljövänlighet kan vara vettigt även ur ett försäljningsmässigt perspektiv; av de intervjuade handlarna i det föregående arbetet visste majoriteten inte hur mycket deras kylar förbrukade, och många miljömässiga argument skulle därav kunna vara svåra att nyttja.

Mycket av den designförändring som har skett under arbetet har gjorts för att ta hänsyn till svagheter hos kartong och wellpapp som material. Med detta som bakgrund skulle arbetet även kunna komma att driva utveckling av dessa material framåt. Redan med den utformning detta arbete hade som resultat så hade kartong med bättre tålighet vad gäller kondens och kyla varit intressant. Med en kartong med större bärighet hade fler möjligheter öppnats, såsom mer modulerbara koncept, liknande de från det tidigare arbetet.

12 Självreflexion

Jag vill inleda med att säga att jag under processens gång har känt att det varit svårt att kunna utvärdera mitt projekt. Redan från början kändes det svårt att veta vad som faktiskt förväntades av en under arbetet; man fick i stort sett ingen information utanför vad man själv letade upp, och den primära källan man hittade, sidan om examensarbetsprocessen på student.lu.se [40], nämner knappt alls vad som faktiskt ska vara i arbetet. Det är möjligt att jag mer aktivt borde letat efter information på detta område, men det kändes ofta som att man inte hade någon bra måttstock att jämföra med.

Under processens gång började jag inse att den inledande förvirringen är en naturlig del av det hela, och att det är svårt att sätta upp ramar för hur examensarbeten ska se ut, då de kan vara så olika. Under projektets gång dök även andra källor till osäkerhet upp, såsom omformuleringen långt in i processen. Detta var saker som man fick inse var helt vanliga delar av ett projekt, och inte misslyckanden, och i slutändan tycker jag att jag lyckades hantera dem väl.

Den främsta kritik jag fortfarande har till mig själv är nog att arbetet blev lite för teoretiskt. Informationssökningen, och framför allt försöken till företagskontakt, drog ut på tiden mer än vad jag räknat med, och kanske mer än vad som var rimligt. Nu i efterhand kan jag tycka att jag nog borde gett upp försöken att kontakta Cooltech och Svenska Aerogel tidigare, så att jag kunde gått vidare i arbetet, och hunnit med lite mer prototyparbete.

Att jag fortsatte mina kontaktförsök hade mycket att göra med att jag tyckte att det borde vara i deras intresse att delta i projektet; jag hade både ett världsledande universitet och ett världsledande företag i ryggen. Att det trots detta gick så trögt som det gjorde kan ge en viss insikt i hur kontakt med företag kan te sig.

Med allt detta sagt tror jag ändå att produkten jag kommit fram till är bra. Jag tycker att den förbättrar utgångskonceptet på en rad områden. Den är mer användarvänlig för personal, i och med enklare uppsättning samt ett mindre frekvent behov av påfyllning. Användarvänligheten blir även bättre för kunder, tack vare den mer lämpliga förslutningen. Kylan blir också mer driftsäker genom det nya valet av kylsystem. Sammanfattningsvis är det en produkt som jag tror har god möjlighet att lyckas på marknaden.

Referenslista

- [1] About us (2018). Hämtad 19 april 2018 från <https://www.smurfitkappa.com/vHome/com/AboutUs>.
- [2] Smurfit Kappa Preprint [figur]. Hämtad 19 april 2018 från http://www.easyfairs.com/events_216/packaging-innovations-london-2015_65089/packaging-innovations-london-2015_65090/exhibitors-products_65143/exhibitor-catalogue_65151/stand/554984/
- [3] Eliasson, J. 2016. Refrigerated Display Unit (Examensarbete, avdelningen för maskinkonstruktion, institution för designvetenskaper, Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet, Lund, Sverige).
- [4] Diskussion med Smurfit Kappa (2017, 6 september). Eslöv, Sverige.
 - a. Persson, I., förpackningsdesigner. Smurfit Kappa
 - b. Möller, T., förpackningsdesigner. Smurfit Kappa
 - c. Belokozovski, L., Innovation Manager. Smurfit Kappa.
- [5] Studenter från Designvetenskaper får pris för bästa exjobb (2016). Hämtad 7 december 2017 från <http://www.design.lth.se/nyheter/visa/article/studenter-fraan-designvetenskaper-faar-pris-foer-baesta-exjobb/?L=2&cHash=f51533c9a821d180e3430047f5188f9f>
- [6] Ulrich, K. T. & Eppinger, S. D. (2012). *Product Design and Development* (5. uppl.). London, Storbritannien: McGraw-Hill.
- [7] Svensk Patentdatabas (2017). Hämtad 7 december 2017 från <http://was.prv.se/spd/about?lang=sv>
- [8] Anderssen, J. (2005). Fig. 1 [figur]. Hämtad 15 mars 2018 från <https://was.prv.se/spd/patent?p1=-FNHfG6ZlezP0tTkAJNoTg&p2=mfuaNoJ682c&hits=true&tab=1&content=EP+1683449&lang=sv&hitsstart=0&start=0>
- [9] Vapor-compression refrigeration (2018). Hämtad 8 februari från https://en.wikipedia.org/wiki/Vapor-compression_refrigeration
- [10] Pepper, K. (2006). RefrigerationTS [figur]. Hämtad 8 februari 2018 från <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f7/RefrigerationTS.png>
- [11] How do thermoelectric coolers (TEC) work? (2018) hämtad 8 februari 2018 från <https://www.marlow.com/how-do-thermoelectric-coolers-tecs-work>
- [12] Lawson, B. (2005). Semiconductors Without the Quantum Physics (Or not so much that you would notice). Hämtad 2 februari 2018 från <http://www.mpoweruk.com/semiconductors.htm>

- [13] Kennedy, S. & Oswald, N. (red.). (2011). Chapter 6. Figure 1. [figur]. Hämtad 12 februari 2018 från <https://www.caister.com/hsp/supplementary/pcr-troubleshooting/c6f1.html>
- [14] Peltier element, PE-127-10-13-S, Laird [figur]. (2018). Hämtad 15 mars 2018 från <https://www.distrelec.de/en/peltier-element-37-15-74-laird-pe-127-10-13/p/17566136#>
- [15] Hivert, M., Productization Project Manager, AcouSort AB, Lund Sverige. Intervju (2017, 25 oktober).
- [16] Magnetic Refrigeration Principle. (2017). Hämtad 12 februari 2018 från <http://www.cooltech-applications.com/magnetic-refrigeration-principle.html>
- [17] Magnetic refrigeration. (2018). Hämtad 12 februari 2018 från https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_refrigeration
- [18] Mozharivskij, Y. (2004). MCE.gif [figur]. Hämtad 12 februari 2018 från <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MCE.gif>
- [19] Magnetic Refrigeration System. (2017). Hämtad 12 februari 2018 från <http://www.cooltech-applications.com/magnetic-refrigeration-system.html>
- [20] Product Range. (2017). Hämtad 15 mars 2018 från <http://www.cooltech-applications.com/products-range.html>
- [21] Ekkehard, H. B., m.fl. (2002). *Användning av ett material för magnetisk kylning och ett förfarande för framställning därav*. Patent EP 1415311.
- [22] [Diverse Cooltech Applications-patent]
- a. Muller, C., m.fl. (2004). Anordning för generering av ett termiskt flöde medelst magnetkaloriskt material. Patent EP1702183.
 - b. Muller, C., m.fl. (2007). Magnetisk Termogenerator. Patent EP2044373.
 - c. Heitzler, J. C. & Muller, C. (2009). Magnetotermisk Värmegenerator. Patent EP2361442.
- [23] [Diverse byggvaruhus hemsidor]
- a. Billig Cellplast Online. (2017). Hämtad 11 december 2017 från <https://www.byggmax.se/isolering/cellplast>
 - b. Cellplast. (2017). Hämtad 11 december 2017 från <https://www.bauhaus.se/bygg/tak/isolering/cellplast.html>
 - c. Cellplast EPS. (2017). Hämtad 11 december 2017 från <https://www.beijerbygg.se/store/privat/byggmaterial/isolering/cellplast-eps#>
- [24] Haynes, W. M. (2011). CRC Handbook of Chemistry and Physics. 92a upplagan. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- [25] Produktöversikt. (2014). Hämtad 11 december 2017 från <https://www.jackon.se/assets/Produktguide-maj-2014.pdf>
- [26] Värmeledningsförmåga. (u.å.) Hämtad 12 december 2017 från http://www.pu-nordic.fi/Teknisk_databank/varmeledningsformaga
- [27] Polyuretan - Effektiv isolering. (2016). Hämtad 12 december 2017 från <http://isopol.se/polyuretan/>
- [28] Polyuretan PUR. (2017). Hämtad 12 december 2017 från <http://www.uw-elast.se/polyuretan/>

- [29] Materialfakta om polyuretan. (u.å.) Hämtad 12 december 2017 från <http://polyteknik.se/polyuretan/>
- [30] Kylskåp och frysar. (2017) Hämtad 14 december 2017 från <http://www.polyurethanes.org/sv/var-finns-de/kylskap-och-frysar>
- [31] Guinness Records Names JPL's Aerogel World's Lightest Solid. (2003). Hämtad 18 december 2017 från <https://stardust.jpl.nasa.gov/news/news93.html>
- [32] Berge, A. & Johansson, P. (2012). Literature Review of High Performance Thermal Insulation (Rapport 2012:2). Göteborg, Sverige: Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, Avdelningen för byggnadsteknologi, Chalmers tekniska högskola.
- [33] Flower On Aerogel Over A Flame [figur]. (2004). Hämtad 16 mars 2018 från <https://stardust.jpl.nasa.gov/photo/aerogel.html>
- [34] Om Svenska Aerogel. (u.å.). Hämtad 22 januari 2018 från <https://www.aerogel.se/sv/om-svenska-aerogel/>
- [35] Bruder, U. (2014). User's Guide to Plastic. Karlskrona, Sverige: Bruder Consulting AB.
- [36] ABS General Purpose. (u.å.) Hämtad 15 mars 2018 från <https://www.matbase.com/material-categories/natural-and-synthetic-polymers/thermoplastics/commodity-polymers/material-properties-of-acrylonitrile-butadiene-styrene-general-purpose-gp-abs.html#general>
- [37] Geddes, C. (2018). Transparent ABS can be a clear winner. Hardie Polymers. <https://www.hardiepolymers.com/knowledge/transparent-abs-can-be-a-clear-winner/>, (Hämtad 2018-03-15).
- [38] J - Grundförutsättningar, hygien. (2018). Hämtad 21 februari från <https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/246/j-grundforutsattningar-hygien>
- [39] Larsson, F & Kallberg, F. (2010). Temperaturkontroll i butikskylskåp - Studie på gravad och kallrökt lax. Stockholm, Sverige: Miljöförvaltningen. Hämtad 21 februari 2018 från https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/kommunala-projektrapporter/2010/temperatur-kylar-butik-lax-stockholm-2010.pdf?t_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCfg%3d%3d&t_q=kylkedja&t_tag_s=language%3asv%2csiteid%3a67f9c486-281d-4765-ba72-ba3914739e3b&t_ip=130.235.136.17&t_hit.id=Livs_Common_Model_Media_Types_DocumentFile/_496422f4-17b7-43b3-85c1-f552465aa420&t_hit.pos=8
- [40] Examensarbetsprocessen. (2017) Hämtad 21 februari 2018 från <http://www.student.lth.se/studieinformation/examensarbete/examensarbetsprocessen/>

Bilaga A Använda söktermer för patentsökning

A.1 Allmän sökning

- Kyld display
- Kyl butik
- Kylskåp modul
- Kylmodul
- Kylskåp
- Kylmodul
- Kylning
- Magnetisk kylning
- Kommersiell Kyl
- Liten kyl
- Coolio
- Nordic Cooling Solutions

A.2 Angående magnetisk kylning

- Magnetic cooling refrigeration
- Magnetisk kylning
- Magnetisk kyl
- Magnetisk kylning kyl
- Magnetic cooling
- Cooltech

Bilaga B Sammanställning av behov

Detta är en sammanställning av de delproblem som identifierats, samt de behov som lösningarna på respektive delproblem bör lösa. Önskvärda underbehov finns även för en del av behoven.

B.1 Grundläggande form

Denna problemställning handlar helt enkelt om vilken övergripande form som kylmodulen ska ha. Behoven som här ska uppfyllas är:

- Kylen ger nya exponeringsmöjligheter.
 - Kylen fungerar med en wellpappdisplay.
 - Kylen fungerar med ordinära butikshyllor.
 - Kylen kan användas på flera olika sätt.
- Kylen är anpassad för att kunna fyllas med olika sorters varor.
- Butikspersonal kan enkelt fylla på kylan med produkter.
 - Kylens öppning är placerad på ett sätt som gör den smidig att komma åt.
 - Kylen är så pass stor att påfyllning inte behöver ske onödigt ofta.
- Det är enkelt för kunder att ta produkter.
 - Kylens öppning är placerad på ett sätt som gör den smidig att komma åt.
- Displaysystemet som helhet är enkelt ställa upp och flytta.
 - Kylen är inte onödigt stor/tung
- Kylen går enkelt att känna igen som just en kyl.

B.2 Förslutning

Detta delproblem handlar om hur man ska få in saker i, och ta ut saker ur kylan. Behoven som behöver uppfyllas är:

- Det är enkelt för kunder att ta produkter
 - Kylan kan användas med en hand.
 - Hur man öppnar displayen är intuitivt.
- Butikspersonal kan enkelt fylla på kylan med produkter.
- Kylan kan användas med en hand.
- Kylan kan ställas öppen.
- Butikspersonal kan enkelt rengöra kylan.
- Kylan kan användas med en hand.
- Kylan kan ställas öppen.
- Förslutningen hotar inte driftsäkerheten i onödan, exempelvis genom att orsaka kraftigt sjunkande temperatur.
- Förslutningen orsakar inte onödigt stor energiförbrukning.

B.3 Isolering

Denna problemställning handlar om hur den kylda delen av displayen ska isoleras från omgivningen. Behoven som här ska uppfyllas är:

- Isoleringen minimerar energiåtgången i högsta möjliga grad.
- Kylan är inte onödigt tung.
- Kylan består av miljövänliga material.

B.4 Kylning

Detta delproblem handlar om val av kylmetod för kylmodulen. De behov som är av intresse här är:

- Kylningen är tillräckligt kraftfull för att känsligare kylvaror ska kunna förvaras.
 - Kylan blir kall tillräckligt fort, exempelvis efter att ha öppnats

- Kylningen förbrukar så lite energi som möjligt.

B.5 Övriga Behov

Ett par ytterligare behov uttrycktes, som inte är direkt bundna till ett specifikt delproblem, utan är mer övergripande:

- Kylmodulen är billig.
- Kylen är estetiskt tilltalande.

Bilaga C Extern sökning – Displayer i butik

Denna bilaga innehåller de displayer som studerades som en del av den externa sökningen gällande form och förslutning.



Figur C.1 Kylskåp med dörr, här fylld med sallad. Liknande modeller fanns även med mejerivaror, charkuterier, färskpasta, läsk, med mera. Detta koncept tycktes vara ett av de vanligaste.



Figur C.2 Öppen kylbox, här fylld med sallad. Liknande utförande användes också till displayer med ost, charkuterier eller läsk. Det fanns ett antal av denna typen av display i butiken.



Figur C.3 Frysbox med lucka. Här användes den till panerad fisk. Den var den enda displayen i sitt slag i butiken.



Figur C.4 Kylskåp med skjuddörr, här fylld med charkuterier. Samma utformning användes även för mejerivaror. Skjuddörrarna verkade inte vara tätslutande överhuvudtaget. Ett flertal displayer av denna typ förekom, till synes alla från samma tillverkare.



Figur C.5 Kyldisplay med lucka. Den användes till sallad till lunchlådor i lösvikt. Den var försedd med en egenartad lucka som öppnades uppåt utan gångjärn, och var den enda i sitt slag i butiken.



Figur C.6 Öppet kylskåp med mejerivaror. Den enda displayen i butiken med konceptet.



Figur C.7 Frysbox med skjutdörr. Den var här fylld med pizza och pommes frites, men användes till de flesta sorters frysta varor. Till synes det vanligaste utförandet av frys.



Figur C.8 Frysskåp med dörr fylld med diverse frysta varor. Ganska vanlig i butiken; kompletterade frysboxarna längs väggen i sektionen med frysvaror.



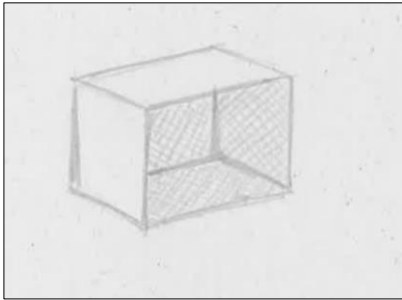
Figur C.9 Box med lock för lösgodis. Inte kyld, men intressant då den skulle kunna vara det, och då den presenterar varor på ett sätt som skulle kunna andvändbart.

Bilaga D Genererade koncept – Grundläggande form

Denna bilaga presenterar de koncept som togs fram gällande den grundläggande utformningen av displayen.

D.1 Formmässiga koncept

D.1.1 Skåp

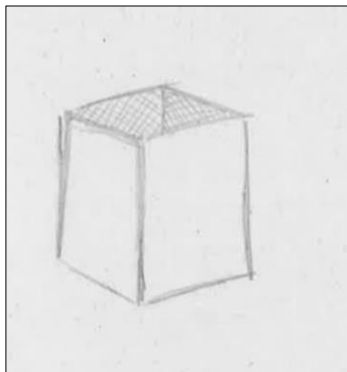


Figur D.1 Skiss på konceptet *Skåp*.

Skåpkonceptet är en av de vanligare utformningarna i livsmedelsbutiker i dagsläget, och har därmed fördelar exempelvis vad gäller igenkänning som en kyl.

Konceptet får även ett antal fördelar av att dess öppning är placerad på framsidan. Till exempel kan en dörr användas som förslutning, och det finns möjlighet till hyllor som möjliggör simultan display av flera olika varor.

D.1.2 Box



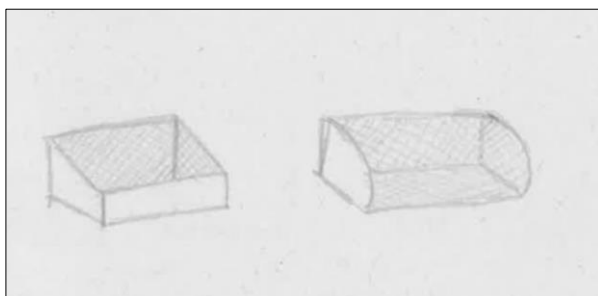
Figur D.2 Skiss på konceptet *Box*.

Boxen är liksom skåpet en av de vanligare utformningarna, med allt vad det innebär.

En annan fördel är att öppningen upptill möjliggör en helt öppen modul; liknande utformningar är vanliga. Dessa fungerar genom att kall luft är tyngre än varm, vilket gör att kylan stannar.

Öppningen upptill gör även påfyllningen enkel.

D.1.3 Display

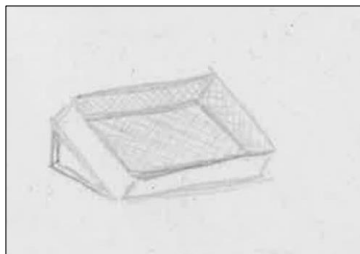


Figur D.3 Skisser på konceptet *Display*.

Display-konceptet har fördelen att det enkelt går att göra i liten skala, ifall detta är något som är önskvärt. Ett potentiellt problem är att det är svårt att göra det större, vilket i sin tur kan ge problem såsom att påfyllning krävs orimligt ofta.

En annan fördel är att produkter kan presenteras attraktivt och syns väl.

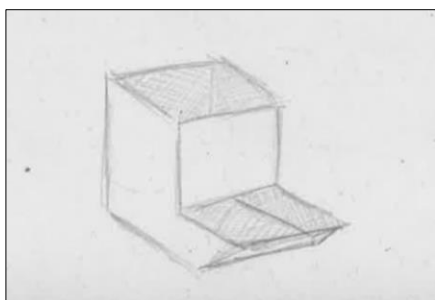
D.1.4 Lutad låda



Figur D.4 Skiss på konceptet *Lutad Låda*.

Den lutade lådan är konceptet som användes i det föregående projektet. Det har liknande för- och nackdelar som display-konceptet ovan, men i ännu större grad. Produkterna syns ännu bättre, men utrymmet är ännu mindre.

D.1.5 Skopa



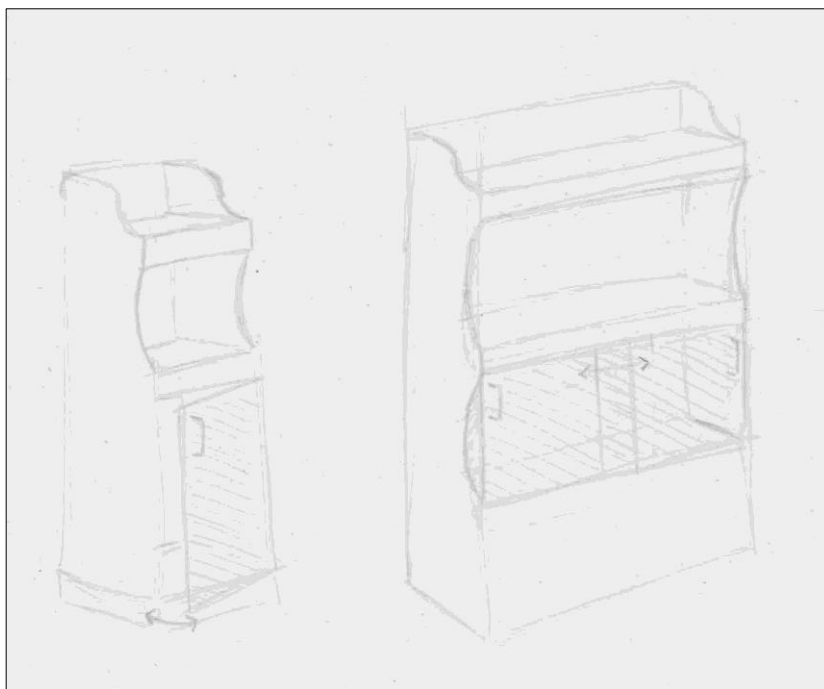
Figur D.5 Skiss på konceptet *Skopa*.

Konceptet har fördelen att produkterna syns väl oavsett fyllnadsgraden. Modulen kan även bli enkel att fylla på.

Problemen blir att hitta en förslutning som fungerar, samt att utforma en kartongdisplay som gör påfyllningen enkel samtidigt som det finns hyllor för torrvaror.

D.2 Funktionsmässiga koncept

D.2.1 Hyllplacerad kylmodul



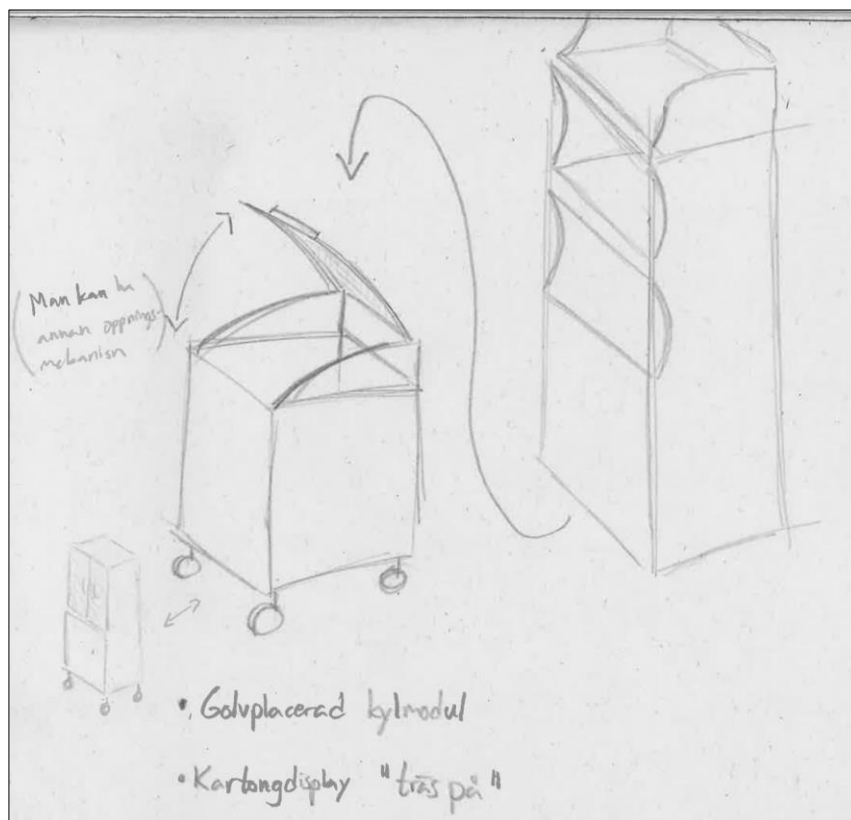
Figur D.6 Skiss på konceptet *Hyllplacerad kylmodul*.

Detta koncept innebar samma funktion som prototypen i det tidigare arbetet. Det vill säga, displayen består av en mindre kylmodul, samt en kartongdisplay i vilken denna placeras.

Detta koncept har ett par olika problem. Dels lider det av vissa ergonomiska problem för de butiksanställda, då det kan bli problematiskt att placera den potentiellt tunga kylmodulen i kartongdisplayen. Ett annat problem som uppstår på grund av vikten är att kartongen kan få svårt att bära det, vilket i sin tur begränsar hur stor kylen kan bli, vilket gör att den behöver fyllas på ofta. Slutligen kan balansen även bli dålig, då kylen, som utgör en stor del av den totala vikten, behöver placeras i en höjd där den är lättåtkomlig.

Den största fördelen med konceptet är den flexibilitet det skulle kunna ge. Den lösa kylmodulen skulle dels kunna placeras i olika utformade kartongdisplayer, och skulle dels kunna ställas i butikshyllor, eller på bord och bardiskar i andra sammanhang.

D.2.2 Golvplacerad kylmodul



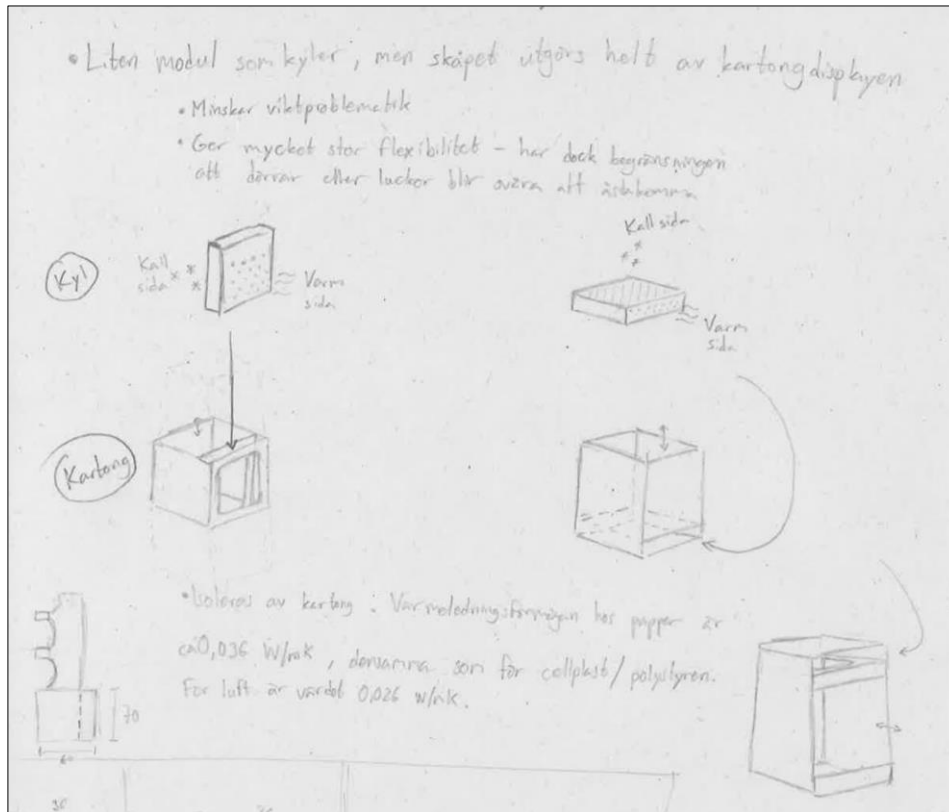
Figur D.7 Skisser på konceptet Golvplacerad kylmodul.

Detta koncept utgår mer från kylmodulen än ifrån kartongdisplayen. Kylen står här själv på golvet, varefter en kartongdisplay träs över den.

Detta kringgår en stor del av de problem som fanns med den ursprungliga utformningen. Den lär bli ergonomiskt bättre för de butiksanställda, då biten som behöver lyftas är den lättare kartongdelen. Problemet med vikt försvinner också, då kylen står direkt på golvet. I och med detta kan kylen också göras större för att fler varor ska få plats, och gott om utrymme kan åsidosättas åt kylsystemet, exempelvis i botten. Placeringen av kylmodulen på golvet ger även systemet en lägre tyngdpunkt, och därmed förbättrad stabilitet.

Det man ger upp med den här utformningen är flexibiliteten. En kylmodul utformad på detta sätt kan inte användas på mycket mer än ett sätt, utan behöver placeras på golvet. Det man kan förändra är kartongdisplayens utformning. Denna kan fortfarande anpassas för olika sorters produkter via variation av hyllornas storlek och antal, den grafiska designen, och så vidare.

D.2.3 Löst kylelement



Figur D.8 Skisser på konceptet Löst kylelement.

I detta koncept är kylmodulen inte en hel kyl, funktionell på egen hand. Istället är den bara just kylningen, inneslutet i en mindre modul. Utrymmet där varor förvaras, väggar däromkring, isolering, och så vidare, utgörs av kartongen. Kylmodulen har en varm och en kall sida, och placeras så att den kalla sidan är vänd mot kartongens insida och den varma mot utsidan.

Den främsta fördelen med detta koncept är den flexibilitet det kan ge. En kylmodul av detta slag skulle kunna användas till en mängd olika sorters displayer. Den är även så liten som kyldelen rimligtvis kan vara, vilket torde leda till att den är smidig att transportera, väger lite, kostar lite, och så vidare.

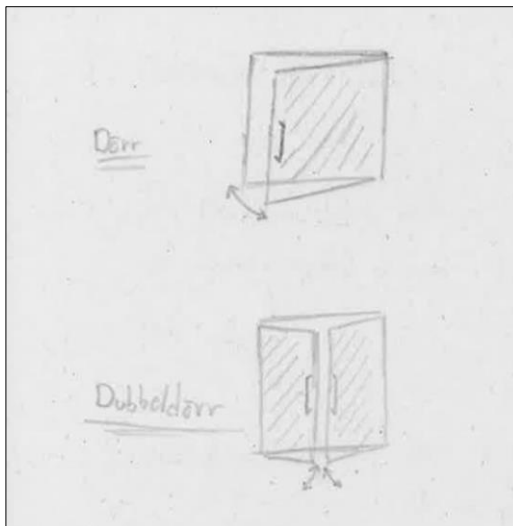
En central nackdel med idén är att i stort sett hela konstruktionen kommer bestå av kartong. Kartongen måste därmed bära all vikt, vilket kan begränsa storleken och typen av varor displayen kan innehålla.

Kartong som material begränsar även konstruktionsmässiga möjligheter en del. Till exempel blir det nästan tvunget att ha en öppen display, då dörrar blir svårt att få till i kartong. Detta leder i sin tur till att former med öppningen framtill blir olämpliga.

Bilaga E Genererade koncept – Förslutning

Denna bilaga presenterar de koncept som togs fram gällande displayens förslutning.

E.1 Dörr



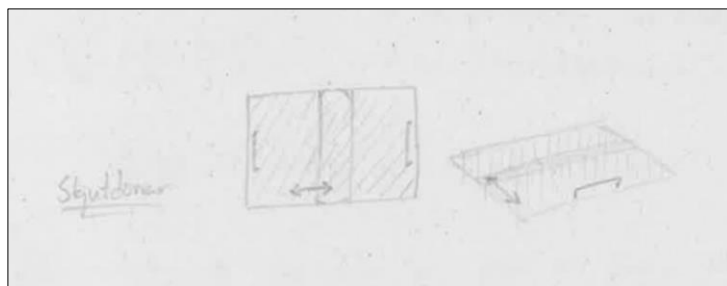
Figur E.1 Skisser på olika utförandet av konceptet *Dörr*.

Detta koncept innebär helt enkelt en dörr på gångjärn. Gångjärnen sitter här vertikalt, till skillnad från i konceptet Lucka nedan.

Utformningen har fördelen att den kan göras självstängande, men fortfarande är enkel att hålla öppen under användning. Den är en av de vanligare utformningarna i livsmedelsbutiker idag, vilket torde säkerställa att funktionen är intuitiv.

En begränsning är att dörren behöver placeras på en vertikal yta, då den annars riskerar att slå igen eller öppnas av sig själv i en grad som inte är önskvärd. Dörren bör dock vara självstängande i någon grad, för att underlätta användning.

E.2 Skjutdörr



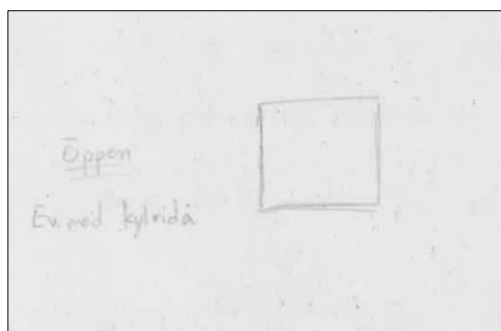
Figur E.2 Skisser på konceptet *Skjutdörr*.

Med skjutdörr menas en dörr som skjuts åt sidan, istället för att svängas utåt på gångjärn. Skjutdörren är tillsammans med den ordinära dörren den vanligaste utformningen på kylar och frysar i butiker idag.

Konceptet har fördelen att det enkelt går att ställa upp då kund ska ta varor eller butikspersonal ska fylla på dem eller städa displayen. Det skulle även kunna fungera oavsett vinkeln på väggen öppningen ska sitta på, förutsatt att dörren kan hålla sig själv öppen även vid lutning. Möjligen kräver detta annorlunda utformning än de skjutdörrar som används i dagsläget, då dessa uteslutande är placerade plant. Om det inte är möjligt att få lagom friktion för öppning i höjdlid hade öppning i sidled varit en potentiell lösning.

En nackdel med skjutdörren är att den inte tillåter att hela öppningen som dörrarna placerats över öppnas samtidigt; åtminstone hälften förblir alltid täckt av de undanskjutna dörrarna. Detta skulle kunna begränsa storleken på de varor som kan placeras i displayen.

E.3 Öppen display



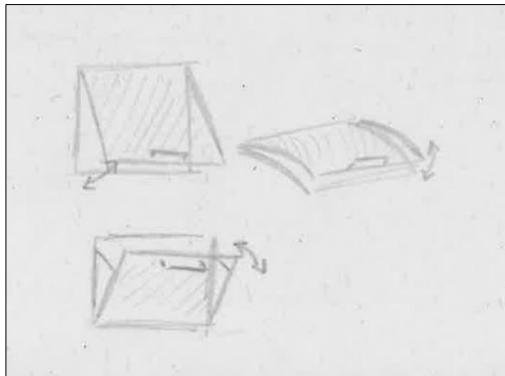
Figur E.3 Skiss illustrerandes det öppna konceptet.

Detta koncept innebär att displayen lämnas helt öppen. Fördelen med detta är att det blir så enkelt som möjligt för kunder och butikspersonal att komma åt insidan av displayen.

Nackdelen är den ökade energiåtgången konceptet ger upphov till då kylan läcker ut. Konceptet begränsar även de möjliga utformningarna något, då öppningen bör vara upptill för att minimera läckaget av kyla.

Konceptet är relativt vanligt idag, och används även för något mer känsliga varor såsom ost. Det går även att finna öppna utformningar med öppningen framtill, se Figur C.6 i Bilaga C.

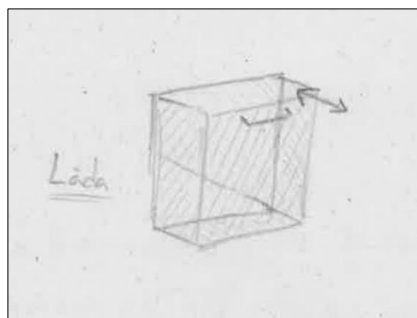
E.4 Lucka



Figur E.4 Skisser på olika utföranden av konceptet *Lucka*.

Luckan liknar dörren, med skillnaden att gångjärnen här sitter horisontellt. Rent funktionellt blir skillnaden att luckan har en större tendens att själv stängas (eller möjligen öppnas, beroende på utformning.). Någon form av fjädring lär därav behövas, för att underlätta användning. Fördelen är att man är friare i placering och utformning vid användning av detta koncept.

E.5 Låda



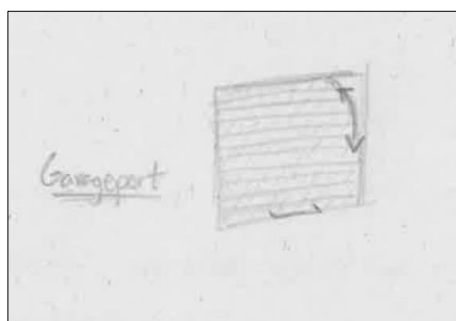
Figur E.5 Skiss på konceptet *Låda*.

Detta koncept innebär att kylrummet utgör av en låda, vilken kan dras ut då insidan ska kommas åt.

Fördelen är att displayen blir enkel att ställa upp, och samtidigt kan bli enklare att fylla än med övriga koncept.

Nackdelarna är att displayens balans kan bli dålig då lådan öppnas ifall den fyllts med någon tyngre produkt, såsom dryck. Att på ett bra sätt kyla lådan kan också bli en utmaning, då lådans vägg kommer befinna sig mellan kylsystemet och innehållet, då det blir svårt att fästa kylsystemet på den mobila lådan.

E.6 Garageport



Figur E.6 Skiss på konceptet *Garageport*.

Konceptet fungerar på liknande sätt som skjutdörren, med ett par skillnader. Fördelen är att hela öppningen kan öppnas. Nackdelen är att det kan bli utmanande att utforma den på annat sätt än med en vertikal öppning, då varor då kan riskera att blockera öppning av dörren. Förutom detta är funktionen klart mindre intuitiv, då inget liknande idag finns ute i butiker.

Bilaga F Beräkningar angående Peltierelement

Denna dimensionering sker i stort efter riktlinjer tillhandahållna från Meerstetter Engineering GmbH. Även figurer kommer därifrån. [F1]

F.1 Uppskatta värmebelastning

Den värme som ska transporteras bort är den som läcker in i kylmodulen genom väggar och dörr. För respektive sida kan denna effekt beräknas genom:

$$P = A * \Delta T * \frac{\lambda}{b} \quad (\text{F.1})$$

Där P är effekten, A sidans area, ΔT är temperaturskillnaden utanför och inuti kylan, λ är materialets värmeledningsförmåga, och b är dess tjocklek.

För sidor av flera material kan effekten tas fram med hjälp av:

$$\left(\frac{\lambda}{b}\right)_{total} = \left(\frac{\lambda_1}{b_1} + \frac{\lambda_2}{b_2}\right)^{-1} \quad (\text{F.2})$$

Kylens mått antas vara 55x35x35 cm.

Den omgivande temperaturen antas vara 20°C, och temperaturen som kylan önskas komma ner i antas vara 4°C, bägge utifrån intervjuer med livsmedelsbutiker i det föregående arbetet [F2]. ΔT blir då 16K.

F.1.1 Väggarna

Väggarna (dvs inte dörren) antas vara gjorda av 20 mm polyuretan med $\lambda=0,025$ W/mK [F3]. Effekten från dessa ges då av:

$$P = (2 * 0,35 * 0,35) + 3 * (0,35 * 0,55) * 16 * \frac{0,025}{0,02} = 16,45W \quad (F.3)$$

F.1.2 Dörren

Dörren lider stor risk att bli den största källan till värmebelastning. Förutom risken för läckage blir isoleringen även sämre då de tillgängliga genomskinliga materialen isolerar sämre.

Skulle man göra en enkel dörr i 5mm PMMA ($\lambda=0,19$ W/mK [F4]) skulle detta ge:

$$P = 0,35 * 0,55 * 16 * \frac{0,19}{0,005} = 117,04W \quad (F.4)$$

Den totala värmebelastningen blir då 133,5 W. Utformas dörren istället såsom den som användes för det tidigare arbetets prototyp, med två 5mm PMMA-skivor med 10 mm luft emellan, får man, då $\lambda=0,026$ W/mK för luft [F5]:

$$\left(\frac{\lambda}{b}\right)_{total} = \left(\frac{0,01}{0,19} + \frac{0,01}{0,025}\right)^{-1} = 2,287W/m^2K \quad (F.5)$$

$$\rightarrow P = 0,35 * 0,55 * 16 * 2,287 = 7,04W \quad (F.6)$$

Detta ger en total värmebelastning på 23,5W. Utmaningen blir då istället att se till att dörren tillåter smidig användning trots tjockleken. Om stabiliteten tillåter det hade PMMA:n kunnat göras tunnare, då dess bidrag till isoleringen uppenbarligen är försumbar.

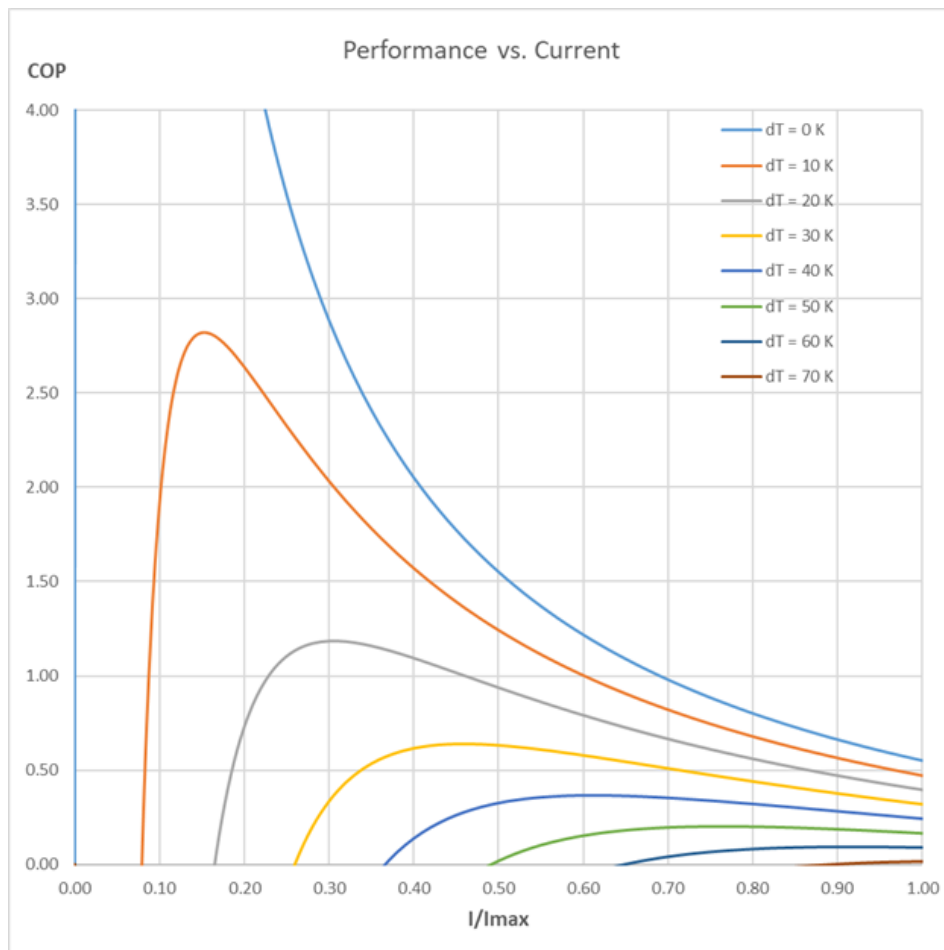
F.2 Definiera temperaturer

Temperaturen på Peltierelementets kalla sida bör kunna antas vara densamma som den temperatur kylens insida önskas ha. Vid Josefines intervjuer med anställda i livsmedelsbutiker var 4°C det kallaste någon uppgav att en kyl skulle uppfylla, så detta är temperaturen som väljs

Temperaturen på den varma sidan är svårare att uppskatta. Denna temperatur sätts tills vidare till 40°C, då en högre temperatur än så helst undvikits av säkerhetsskäl. Detta ger i så fall en temperaturskillnad, dT , på 36K.

F.3 Välja Peltierelement

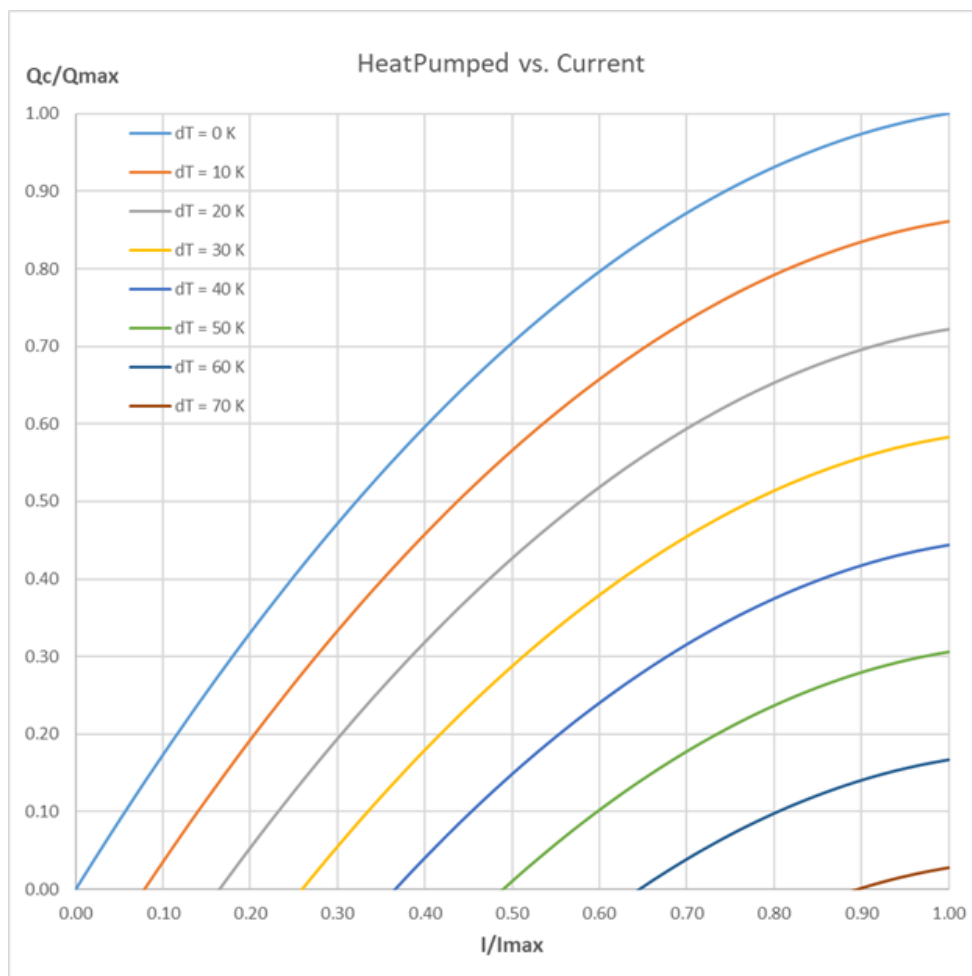
Ett peltierelement som är så energieffektivt som möjligt vid aktuell temperaturdifferens ska väljas. För detta nyttjas ett diagram över sambandet mellan verkningsgrad och ström i förhållande till maxström för Peltierelement, se Figur F.1.



Figur F.1 Samband mellan ett Peltierelements verkningsgrad och strömmen som går genom det, i förhållande till maxströmmen. [F1]

Enligt diagrammet fås maximal verkningsgrad vid $dT=36$ K då I/I_{max} är omkring en halv.

Hur många procent av sin maximala effekt ett Peltierelementet ger beror på temperaturdifferensen, samt på hur stor del av maxströmmen som läggs på. Med dessa kända kan ett diagram över sambandet nyttjas för att få ut hur stort effektutnyttjandet blir, se Figur F.2.



Figur F.2. Diagram över ett peltierelements relativa kyleffekt beroende av den relativa strömmen genom det. [F1]

Detta diagram ger att för $dT=36$ och $I/I_{max}=0,5$ får man Q_c/Q_{max} på cirka 0,2. Ett element vars maximala output är fem gånger större än den som behövs bör alltså väljas. För kylan vars dörr har luftspalt blir detta 117,5W. Om dörren utan luftspalt istället används bör ett element med effekt på 667,5 W användas.

Som jämförelse kan nämnas att det mest kraftfulla peltierelement som hittades hos försäljare hade maximal kyleffekt på 340,5 W, samt att de element med effekt på minst 117,5 W hade pris på minst åttahundra kronor (endast element, utan kylfläns, fläkt, eller liknande) [F6]. Att använda den enklare dörren med Peltierkyllning börjar därav verka som en mindre god idé.

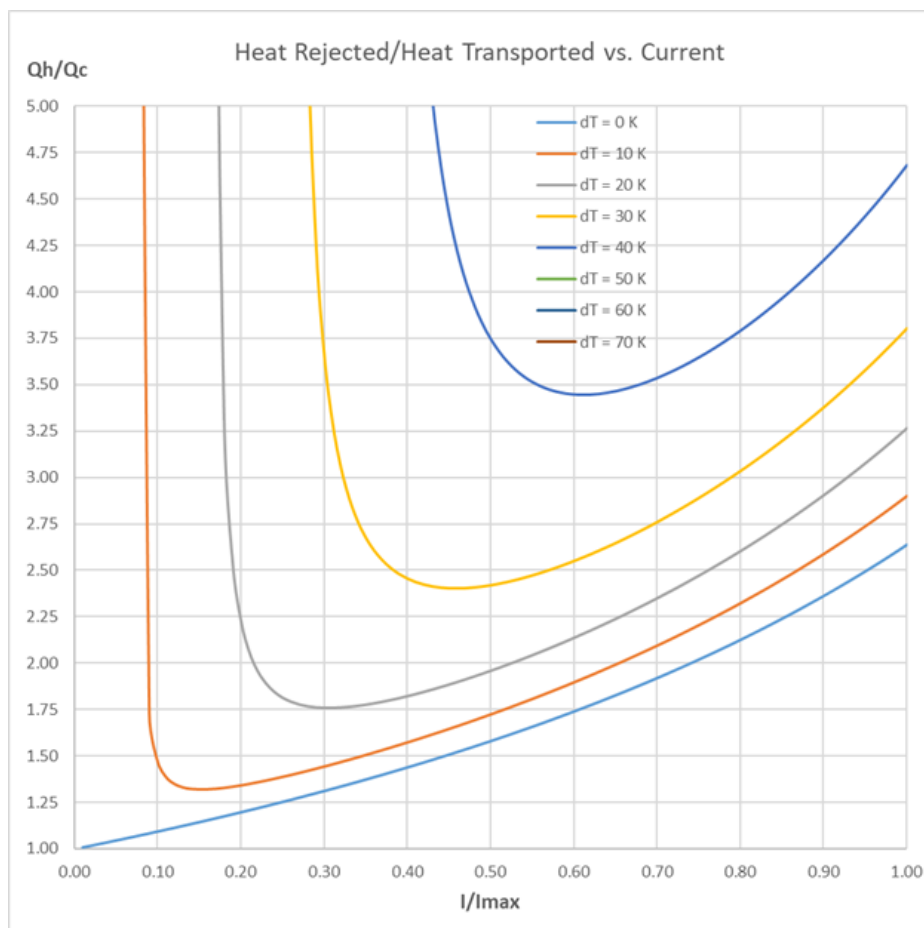
F.4 Välja Kylfläns

Kylflänsen ska väljas efter hur mycket energi som totalt behöver transporteras bort. Den största termiska resistans som flänsen kan låtas ha ges av:

$$R_{thSink} = \frac{dT_{HS}}{Q_h} \quad (F.7)$$

Där dT_{HS} är temperaturskillnaden mellan kylflänsen och den omgivande luften, och Q_h är den totala värmebelastningen.

I/I_{max} är sedan tidigare känd som 0,5. Q_h kan fås ur diagrammet i Figur F.3.



Figur F.3. Diagram visandes förhållandet mellan total värmebelastning och värmebelastning från lasten, i förhållande till strömmen genom peltier-elementet, för olika temperaturdifferenser.

Med $dT=36K$ fås då förhållandet Q_h/Q_c till cirka 3. Med en värmebelastning på 23,5W blir Q_h då 70,5W. Med antagandena att kylflänsen är 40°C och den omgivande luften är 20°C blir dT_{HS} 20K. Detta ger $R_{thSink}=0,284$ K/W. Detta värde verkar rimligt efter studie av datablad från kylflänstillverkare. Dock kräver det till synes att luftflödet över kylflänsen är relativt stort, och därmed att en fläkt används tillsammans med kylflänsen. [F7]

F.5 Referenslista

- [F1] TEC / Peltier Element Design Guide. (2017). Hämtad 28 februari 2018 från <https://www.meerstetter.ch/compendium/tec-peltier-element-design-guide>
- [F2] Eliasson, J. 2016. Refrigerated Display Unit (Examensarbete, avdelningen för maskinkonstruktion, institution för designvetenskaper, Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet, Lund, Sverige).
- [F3] Polyuretan – Effektiv isolering. (2016). Hämtad 28 februari 2018 från <http://isopol.se/polyuretan/>
- [F4] Polymetylmetakrylat, PMMA. (2016). Hämtad 28 februari 2018 från [http://www.christianberner.se/\\$-1/file/filarkiv/cbab/teknisk-plast/pmma2015high.pdf](http://www.christianberner.se/$-1/file/filarkiv/cbab/teknisk-plast/pmma2015high.pdf)
- [F5] Värmeledningsförmåga. (2017). Hämtad 28 februari 2018 från <https://sv.wikipedia.org/wiki/V%C3%A4rmeledningsf%C3%B6rm%C3%A5ga>
- [F6] Peltier Modules. (u.å). Hämtad 1 mars 2018 från https://se.rs-online.com/web/c/hvac-fans-thermal-management/electronics-heating-cooling/peltier-modules/?gclid=EAIaIQobChMI94_ApPLK2QIVkYKYCh1ShgAPEAAYAiAAEgJDbfD_BwE&cm_mmc=SE-PPC-DS3A-_-google-_-1_SE_SE_G_Thermal_Management_BMM-_-Electronics%20Heating%20%26%20Cooling-_-%2Bpeltier%20%2Belement&matchtype=b&gclid=aw.ds&pn=1&sort-by=Maximum%20Cooling%20Capacity&sort-order=desc
- [F7] Data Sheets - General Purpose Heat Sinks. (2015). Hämtad 1 Mars 2018 från <http://www.coolinnovations.com/data-sheets/general-purpose-heat-sinks/>

Bilaga G Modell



Figur G.1. Modellen framifrån. Skruvar kan ses där botten är placerad.



Figur G.2. Modellen sedd ståendes. Notera att innehållet inte går att se särskilt väl, trots närheten till displayen.



Figur G.3. Modellen sedd ovanifrån.

Bilaga H Tidplan

H.1 Antagen tidplan

För projektet togs en relativt lös tidplan fram. Det främsta målet var att strukturera upp de aktiviteter som var tänkta att ingå i arbetet, men grova uppskattningar av förväntad tidsåtgång gjordes även för flertalet av aktiviteterna.

Här följer de antagna aktiviteterna, deras uppskattade tidsåtgång, samt förklaring av respektive punkt.

H.1.1 Identifiering av behov

Denna del av arbetet hade för syfte att fastställa vilka behov den slutliga produkten var tvungen att uppfylla, och önskades kunna uppfylla.

H.1.1.1 Studie av föregående arbete (5 dagar)

Under denna del skulle det tidigare arbetet gås igenom. Därur skulle de behov som där tagits fram, och fortfarande var av relevans, samt de behov som framkommit efter arbetets slutförande, identifieras.

H.1.1.2 Samtal med Smurfit Kappa (1 dag)

Då arbetet görs i samarbete med Smurfit Kappa var det av intresse att bejaka de förväntningar de hade på arbetet.

H.1.1.3 Benchmarking (5 dagar)

För en del egenskaper kan det vara lämplig att titta på konkurrerande eller relaterade produkter för att se vad produkten borde uppfylla. Skulle också kunna göras i samband med testning.

H.1.1.4 Samtal med kunder (i mån av behov)

I den mån det i detta stadiet bedömdes nödvändigt kunde kundundersökningarna i det tidigare arbetet här kompletteras via ytterligare intervjuer eller en enkät.

H.1.1.5 Sammanställning (3 dagar)

Efter att behov samlats från de olika källorna skulle dessa data sammanställas, samt tolkas till mer applicerbara behov. De mer övergripande skulle sedan användas som utgångspunkt för generering av koncept, medans de mindre kunde assistera i utvärderingen av dessa.

H.1.2 Konceptgenerering

För vart och ett av de större behoven framtagna i föregående steg skulle här koncept för lösningar genereras.

H.1.2.1 Extern sökning (5 dagar)

Till en början skulle befintliga lösningar studeras. Denna aktivitet tänktes inkludera saker såsom patentsökning samt studie av produkter ute på marknaden.

H.1.2.2 Samtal med expert (i mån av behov & möjlighet)

I den mån det fanns möjlighet och behov kunde i detta skede någon insatt på området kontaktas.

H.1.2.3 Intern sökning (5 dagar)

Utifrån tillgodogjord kunskap skulle sedan koncept genereras.

H.1.3 Konceptval

Efter att koncept genererats skulle sedan koncept att arbeta vidare med väljas för respektive kategori.

H.1.3.1 Utvärdering och val (3 dagar)

Koncepten tänktes här utvärderas efter hur väl de uppfyllde uppställda behov. Det bästa konceptet i varje kategori skulle sedan gås vidare med. Alternativt kunde flera alternativ utvecklas, eller eventuellt kombineras.

H.1.3.2 Konceptutveckling (7 dagar)

De valda koncepten skulle sedan vidareutvecklas. Dels för att fylla sin egen funktion så väl som möjligt, och dels för att fungera tillsammans.

H.1.4 Konstruktion

Efter att koncepten valts tänktes att en prototyp skulle konstrueras.

H.1.4.1 Detaljerad design (7 dagar)

Prototypen skulle här utformas mer i detalj, med framtagning av CAD-modell och/eller ritningar.

H.1.4.2 Tillverkning (20 dagar)

Denna tid var tänkt för den faktiska tillverkningen, antingen av annan part eller i egen regi.

H.1.4.3 Framtagning av wellpappdisplay (14 dagar)

Efter att prototypen för kylmodulen tagits fram skulle den tillhörande kartongdisplayen tas fram i samarbete med Smurfit Kappa. Här planerades att eventuellt ta fram flera olika displayer för att visa på alternativa användningssätt för kylmodulen.

H.1.5 Testning

Slutligen tänktes att den färdiga prototypen skulle testas angående hur väl den presterar gällande de tidigare uppställda behoven.

H.1.5.1 I labb (8 dagar)

Här skulle saker såsom kylhastighet och strömbehov testas.

H.1.5.2 I livsmedelsbutik (14 dagar)

Egenskaper relaterade till exempelvis ergonomi och estetik var tänkta att här testas ute i butik.

H.1.6 Dokumentation

Aktiviteter relaterade till dokumentation var med i planeringen. Dock sattes ingen uppskattad tidsåtgång upp för dessa.

H.1.6.1 Färdigställande av rapport

Ihopsättning av den slutliga rapporten, och finslipning därav.

H.1.6.2 Presentation

Presentation av arbetets resultat, samt förberedelser inför presentationen.

H.2 Faktiskt utfall

Under arbetets gång fördes en logg över arbete gjort i samband med projektet. Denna ger en bild av hur mycket tid som faktiskt har lagts på olika aktiviteter. Bilden är dock inte helt precis, då det endast loggförts vad som arbetats med under en dag, inte precis hur mycket tid som lagts.

Resultatet av projektloggen redovisas i detta avsnitt. Notera att det totala antalet dagar här inte reflekterar hur många dagar som faktiskt lagts ner, då flera aktiviteter har loggförts samma dag i många fall. Det intressanta är snarare relationen mellan de olika aktiviteternas tidsåtgång.

Då arbetet i realitet inte följde strukturen som antogs vid tidplanens skrivande följer uppdelningen av projektloggens innehåll inte heller punkterna däri. Aktiviteterna presenteras i den ordning deras första instans figurerar i projektloggen.

H.2.1 Inläsning av det tidigare arbetet (5 dagar)

Inläsning av arbetet som mitt projekt utgick ifrån skedde innan loggen började föras, och även innan planeringen skrevs. Detta skedde under fem dagar, vilket sedermera skrevs in i tidsplanen redan från början.

H.2.2 Förberedande pappersarbete (6 dagar)

Denna punkt inkluderar uppställning av projektplanering och måldokument, samt diskussion med involverade parter därom.

H.2.3 Sammanställning av behov (2 dagar)

Detta inkluderar sammanställningen och prioriteringen av behoven som inhämtats från Smurfit Kappa samt det tidigare arbetet.

H.2.4 Kommunikation (17 dagar)

Mycket tid kom att läggas på att söka kontakt med företag, sakkunniga, och livsmedelsbutiker. Vid ett par tillfällen tog det även mycket tid att få kontakt med handledare eller Smurfit Kappa. I samband med detta uppstod även en del dödtid, som inte finns med i projektloggen. Under denna tid utträttades inte mycket, utan arbetet stannade i väntan på uppgifter att arbeta vidare utifrån.

H.2.5 Extern sökning (19 dagar)

Här inkluderas patentsökning, informationssökning angående material och kylmetoder, studie av existerande utformningar, inläsning av lagar angående kylkedjan, med mera.

H.2.6 Konceptgenerering (5 dagar)

Detta inbegriper formulering av formmässiga och funktionsmässiga koncept, samt skissning därav.

H.2.7 Beräkningar (2 dagar)

Beräkningarna gällde mestadels dimensionering av eventuella Peltierelement och därtill hörande kylflänsar.

H.2.8 Arbete med rapport (31 dagar)

Härunder faller dokumentationen av allt som skedde under arbetet,

H.2.9 Konsultation med sakkunnig (2 dagar)

Denna punkt innefattar faktiska samtal med personer kunniga inom områden av intresse för arbetet.

H.2.10 Modellerings (11 dagar)

Modelleringen inkluderade upprättande av ritningar för, och faktisk tillverkning av, de tidiga kartongmodellerna, samt den fullskaliga modellen i MDF. Den slutliga kartongmodellen tillverkades av Smurfit Kappa, och arbete med den har därför inte loggförts.

H.2.11 Presentationer (4 dagar)

Detta gällde förberedelse och genomförande av presentationer för Smurfit Kappa, exempelvis gällande de två koncept som slutligen valdes mellan.

H.2.12 Testning (1 dag)

Då ingen funktionsprototyp togs fram gäller detta enbart testning med MDF-modellen.

H.2.13 Konzeptutveckling (2 dagar)

Denna punkt innehåller utvärdering samt vidareutveckling av koncept efter modellering och testning.

H.3 Kommentarer

Den första saken som blev väldigt annorlunda än förväntat var mängden tid som lades på olika former av kommunikation. Under projektets gång koms det fram till att samarbete med andra företag var något som skulle kunna göra projektet och den resulterande produkten betydligt mer intressant. Men såsom tidigare nämndes i självreflektionen kom snart även insikten att kommunikation med företag ofta går långsammare än man annars tror. Detta visade sig även i kontaktförsök med potentiella kunder, det vill säga livsmedelsbutiker, och liknande fenomen visade sig i försöken att kontakta sakkunniga.

Den andra punkten som tog upp klart mer tid än vad som förutsetts var den externa sökningen. När problemet väl hade strukturerats upp visade det sig att det fanns många olika aspekter av det som alla krävde någon mängd efterforskningar. Detta blev ännu mer betonat i och med att uppdragsgivaren, Smurfit Kappa, inte normalt ägnar sig åt kyltillverkning, varför många sökningar fick ske från grunden.

Slutligen las mycket tid även på rapporten; utöver det arbete som loggförts har även en hel del tid lagts på att få rapporten att passa i den givna mallen. Ingen specifik mängd dagar hade uppskattats för rapportskrivandet, men tidsåtgången var ändå förvånande. Men då examensarbetet är så pass mycket större än något man arbetat med tidigare, och då dokumentationen är en så viktig del, är det kanske inte konstigt att man som student har svårt att uppskatta hur mycket tid det tar.

Utöver detta kommer de största förändringarna från hur arbetet skiljer sig från planeringens antaganden. Då projektet antogs bli likt det som utgicks ifrån antogs också att en funktionell prototyp skulle tillverkas och testas. Då detta inte blev fallet bortföll naturligtvis det mesta av just tillverkningen och testningen.